COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 MARS 1873.

PRÉSIDENCE DE M. DE QUATREFAGES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Théorie du mouvement de Jupiter;* par M. LE VERRIER.

« Dans le Chapitre XVIII des *Recherches astronomiques*, j'ai considéré l'ensemble des inégalités des mouvements de Jupiter et de Saturne autant qu'elles dépendent les unes des autres.

» Dans le Chapitre XIX, déjà présenté à l'Académie, ainsi que le précédent, j'ai déterminé les variations séculaires des éléments des orbites des quatre planètes Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune avec toute la précision nécessaire à l'Astronomie.

» Par là je me suis trouvé en mesure de constituer la théorie définitive des planètes ci-dessus. J'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie la théorie complète de Jupiter, constituant le Chapitre XX des *Recherches astronomiques.* »

ASTRONOMIE. — *Passage de Vénus; Méthode pour obtenir photographiquement l'instant des contacts, avec les circonstances physiques qu'ils présentent;* par M. J. JANSSEN.

« On sait que l'observation des contacts doit jouer un grand rôle dans les études sur le passage de Vénus. Cette observation doit se faire optique-

ment, et présente des difficultés toutes spéciales et bien connues. On comprend donc tout l'intérêt qu'il y aurait à obtenir photographiquement ces contacts; mais les méthodes ordinaires ne peuvent conduire à ce but; il faudrait connaître l'instant précis du phénomène pour en prendre la photographie, et c'est la méthode optique, avec les incertitudes qu'elle comporte, qui seule peut le donner.

» J'ai eu la pensée de tourner cette difficulté au moyen d'un appareil qui permît de prendre, au moment où le contact va se produire, une série de photographies, à des intervalles de temps très-courts et réguliers, de manière que l'image photographique de ce contact fût nécessairement comprise dans la série et donnât en même temps l'instant précis du phénomène.

» L'emploi d'un disque tournant donne une solution de la question qui paraît satisfaisante. Voici le dispositif :

» La plaque sensible prend la forme d'un disque; elle se fixe sur un plateau denté qui peut tourner autour d'un axe parallèle à l'axe de la lunette ou du télescope qui donne l'image du Soleil. Le disque est excentré de manière que les images se forment vers la circonférence. Devant ce disque, un deuxième disque fixe formant écran est percé d'une petite fenêtre pratiquée de manière à limiter l'impression photographique à la portion de l'image solaire où le contact doit se produire.

» Le plateau circulaire qui porte la plaque sensible est denté et mis en rapport avec un petit appareil d'échappement commandé par un courant. A chaque seconde, le pendule d'une horloge interrompt le courant, le plateau tourne de la valeur angulaire d'une dent, ce qui amène sous la fenêtre une portion non impressionnée de la plaque, où une nouvelle image du bord solaire vient se peindre. Si le disque porte par exemple 180 dents, la plaque pourra recevoir 180 images du bord solaire. On pourra donc commencer les photographies une minute et demie avant l'instant présumé du contact (instant que le spectroscope peut d'ailleurs indiquer pour le premier contact extérieur). Quand la série relative à un premier contact est obtenue, la plaque sensible est retirée et remplacée par une autre qui donnera le deuxième contact, et ainsi pour les quatre.

» Ces plaques sont ensuite examinées à loisir avec un microscope; l'instant du contact est donné par l'ordre de la photographie qui, dans la série, en présentera l'image.

» On comprend qu'il est nécessaire de régler le temps de pose. On y parvient au moyen d'une languette métallique munie d'une fente variable qui

forme écran devant la fenêtre du disque obturateur, et qui, par une disposition mécanique particulière, découvre la fenêtre pendant la fraction de seconde reconnue convenable dans les essais préliminaires.

» Cette Note est simplement destinée à indiquer le principe de la méthode; on donnera plus tard les détails et les dessins nécessaires à la réalisation. »

THERMOCHIMIE. — *Sur la chaleur dégagée dans la réaction entre les hydracides et l'eau, et sur le volume moléculaire des solutions*; par M. BERTHELOT.

« En poursuivant l'étude de la statique chimique des dissolutions, j'ai été conduit à mesurer la chaleur dégagée dans la réaction des hydracides (acides chlorhydrique, bromhydrique, iodhydrique) et des alcalis (potasse, soude, ammoniaque) sur l'eau ; cette mesure caractérise la formation thermique des solutions d'hydracides et d'alcalis à divers degrés de concentration. J'exposerai d'abord les résultats numériques, puis les conséquences théoriques qui me paraissent en découler.

I. — ACIDE CHLORHYDRIQUE.

» 1. J'ai trouvé, dans des expériences faites avec M. Louguinine, qu'un équivalent de gaz chlorhydrique ($HCl = 36^{gr},5$) mis en présence de 100 à 400 fois son poids d'eau (200 à 800 H^2O^2) dégage $+ 17^c,43$. Cette valeur concorde avec celles que M. Favre (17,5) et M. Thomsen (17,31) ont obtenues de leur côté.

» 2. J'ai mesuré la chaleur dégagée lorsqu'on étend d'eau les solutions d'acide chlorhydrique diversement concentrées. Chaque nombre est la moyenne de 2 ou 3 déterminations concordantes.

Composition du liquide employé.		Poids de l'acide réel dans 1 kilog.	Densité.	Quantité d'eau additionnelle (dissolvant).	Chaleur dégagée = Q.
HCl + 2,17 H^2O^2	(saturé à — 12°).	482	»	240 H^2O^2	c +5,31
+ 2,26	....	473	»	210	+5,15
+ 2,50	(saturé à zéro)..	441	»	260	+4,47
+ 2,745	....	425	1,215 à 13°	180	+4,39
+ 2,77	....	422	»	190	+4,35
+ 2,93	....	409	1,203 à 13°	200	+3,89
+ 3,20	....	388	1,196 à 13°	200	+3,77
+ 3,45	....	370	1,190 à 17°	220	+3,61
+ 3,56	....	362	1,183 à 17°	230	+3,17
+ 3,70	....	354	»	120	+3,13

Composition du liquide employé.	Poids de l'acide réel dans 1 kilog.	Densité.	Quantité d'eau additionnelle (dissolvant).	Chaleur dégagée. $=Q$.
$HCl + 3,99\ H^2O^2$	337	1,171 à 17°	$240\,H^2O^2$	c +2,865
+ 5,07	286	1,144 à 17°	280	+2,29
+ 6,70	232	1,116 à 17°	160	+1,67
+ 10,54	161	1,082 à 13°,5	240	+1,04
+ 14,90	120	1,063 à 14°	160	+0,69
+ 22,31	82	1,042 à 14°,5	150	+0,42
+ 48,0	40,6	1,0205 à 13°	100	+0,18
+ 50,4	38,6	1,020 à 13°	100	+0,175
+110	18,0	»	110	+0,05

» Au delà de ces dilutions, les résultats ne sont plus sensibles au thermomètre.

» 3. Les chiffres de ce tableau peuvent être exprimés par une formule très-simple; $HCl + nH^2O^2$ étant le liquide employé, sa dissolution dans une grande quantité d'eau dégage

$$Q = \frac{11,62}{n}.$$

Cette formule représente une hyperbole équilatère. Le tracé graphique ne s'écarte guère de cette courbe jusque vers 8 à $10\,H^2O^2$; au delà, la courbure change un peu. A partir de $15\,H^2O^2$ surtout, la formule donne des valeurs un peu trop fortes. Traduite en langage ordinaire, elle signifie :

» *La chaleur dégagée par la dilution est en raison inverse de la quantité d'eau déjà unie avec l'hydracide.*

» 4. Un volume d'eau dissout à —12 degrés 560 volumes de gaz chlorhydrique; à 0 degré, 500 volumes environ.

» 5. Les densités n'ont été mesurées qu'au millième : elles s'accordent en général avec les tables de Ure. On en déduit le volume moléculaire des solutions, $HCl + nH^2O^2$, lequel est exprimé assez exactement par la formule

$$V = 18n + \frac{10}{n}.$$

Cette formule signifie que la différence entre le volume de la solution et le volume de l'eau qu'elle renferme ($18n$) tend vers une valeur constante, à mesure que la liqueur devient plus étendue : il y a une contraction égale à 3,3, c'est-à-dire voisine de la cinquième partie de la constante, depuis les liqueurs les plus concentrées.

II. — Acide bromhydrique.

» 1. J'ai trouvé pour la dissolution du gaz :

		cal
HBr (desséché par CaBr fondu) (1).....	+ 760 H^2O^2	+ 20,05
HBr (desséché par PO^5).............	+ 760 H^2O^2	+ 20,05
HBr (desséché par PO^5).............	+ 230	+ 19,90
	Moyenne............	+ 20,00

» Trois expériences faites avec le gaz saturé à dessein de vapeur d'eau ont fourni :

HBr + 465 H^2O^2.........	+ 20,18
HBr + 465 H^2O^2.........	+ 20,12
HBr + 700 H^2O^2.........	+ 20,19

valeurs concordantes avec les précédentes, et qui prouvent qu'il n'existe pas d'hydrate d'acide bromhydrique, possédant une tension de vapeur notable à la température ordinaire.

» En 1869, nous avions trouvé, M. Louguinine et moi, 21,15, chiffre que certaines corrections, négligées à cette époque, ramènent à + 20,7. Toutes ces valeurs sont plus fortes que les chiffres de M. Favre (+ 19,1) et de M. Thomsen (+ 19,21); l'écart me paraît dû soit à l'impureté du brome, soit à l'emploi du chlorure de calcium comme agent dessiccateur.

2. *Dilution des solutions d'acide bromhydrique.*

Composition du liquide.	Poids de l'acide réel dans 1 *k*.	Densité.	Quantité d'eau additionnelle.	Chaleur dégagée = Q.	
				cal	
HBr + 2,045 H^2O^2	687	1,792 à 15°	225 H^2O^2	+ 5,75	
+ 2,061	685	»	130	+ 5,68	
+ 2,090	683	»	130	+ 5,61	
+ 2,22	669	»	225	+ 5,46	
+ 3,46	563	1,600 à 14°	245	+ 3,15	
+ 7,04	390	1,365 à 14°	172	+ 1,21	
+ 9,78	315	1,280 à 13°	22,3 H^2O^2	+ 0,69	
+ 9,78	»	»	40,9	+ 0,94	
+ 9,78	»	»	123	+ 1,02	
+ 22,0	171	1,131 à 14°	250	+ 0,35	
+ 32,17	123	1,093 à 13°	33,9	+ 0,15	+ 0,265
+ 65,7	64,2	1,046 à 18°	67	+ 0,10	
+ 133	32,9	1,023 à 18°	134	+ 0,015	
+ 267	16,4	»	268	+ 0,00	

(1) CaCl ne convient pas, étant décomposé par HBr.

» 3. La courbe qui exprime graphiquement ces résultats est semblable en général à celle de l'acide chlorhydrique, avec laquelle elle se confond dans une grande partie de son cours, les valeurs numériques étant à peu près les mêmes pour un même nombre d'équivalents d'eau. Cependant les solutions bromhydriques au maximum de concentration dégagent un peu plus de chaleur que les solutions chlorhydriques équivalentes, relation analogue à celle des deux gaz. Au contraire les solutions bromhydriques, à partir de $HBr + 4H^2O^2$, dégagent moins de chaleur que les solutions chlorhydriques équivalentes, et l'écart se fait sentir jusqu'au moment où les effets de la dilution sur les unes et les autres deviennent assez petits pour ne plus pouvoir être distingués avec certitude. La courbure de la ligne de l'acide bromhydrique commence à s'écarter de l'hyperbole vers 4 à $5H^2O^2$, et la variation en est plus rapide que pour l'acide chlorhydrique.

» La formule suivante

$$Q = \frac{12,06}{n} - 0,20$$

exprime assez exactement les chaleurs dégagées jusque vers $n = 40$. Au delà, et surtout depuis $n = 60$ et pour les dilutions plus grandes, il convient de supprimer le terme $- 0,20$.

» 4. Un volume d'eau dissout vers 10 degrés environ 600 volumes de gaz bromhydrique, chiffre qui l'emporte sur les deux autres hydracides; ce qui est en rapport avec la plus grande chaleur de dissolution du gaz bromhydrique.

» 5. Les densités trouvées concordent en général avec celles de M. Topsoë. Le volume moléculaire de $HBr + nH^2O^2$ répond sensiblement à

$$V = 18n + 25,5 + \frac{7}{n}.$$

» Depuis les liqueurs les plus concentrées jusqu'aux plus diluées, la contraction est 3,3, c'est-à-dire la septième partie de la constante; elle est à peu près la même en valeur absolue que pour l'acide chlorhydrique, quoique moindre proportionnellement.

III. — Acide iodhydrique.

» 1. J'ai trouvé, avec M. Louguinine, que

$$HI + 700H^2O^2 \text{ dégage } + 19^c,57.$$

» MM. Favre et Silbermann ont donné + 18,9; M. Thomsen, + 19,21.

2. *Dilution des solutions d'acide iodhydrique.*

Composition du liquide.	Poids de l'acide dans 1 kil.	Densité.	Quantité d'eau additionnelle.	Chaleur dégagée = Q.
	gr			c
HI + 2,95 H^2O^2.........	706	»	350 H^2O^2	+3,98
+ 3,00	700	2,031 à 14°	»	»
+ 3,25	685	1,984	180	+3,74
+ 3,67	657	1,912	180	+3,10
+ 4,35	619	1,808	107	+2,18
+ 8,02	469	1,536	140	+0,95
+ 10,18	411	1,413	24,5	+0,43
+ 10,67	400	1,400	25,4	+0,43
+ 10,67	»	»	300	+0,48
+ 19,5	266	1,256	120	+0,115
+ 35,68	151	»	70	+0,05
+106	$64^{gr} = 1^l$	»	210	+0,00

» 3. La chaleur dégagée par la dilution des liqueurs concentrées d'acide iodhydrique est à peu près la même que pour les acides bromhydrique et surtout chlorhydrique, relation semblable à celle qui existe entre les chaleurs de dissolution des acides gazeux; il résulte de là que *les travaux moléculaires accomplis dans les réactions de ces trois hydracides sur un même nombre d'équivalents d'eau sont les mêmes;* par conséquent les liqueurs correspondantes possèdent la même constitution. J'y reviendrai.

» La formule suivante représente assez bien les expériences

$$Q = \frac{11,74}{n} - 0,50;$$

du moins jusqu'à $n = 20$. Au delà, $Q = \frac{19,57}{10n}$ suffit.

» La courbe empirique est semblable à celle des deux autres hydracides; mais sa courbure commence à s'écarter de l'hyperbole vers 4 à $5H^2O^2$. A partir de $7H^2O^2$, surtout, la courbe de HI descend beaucoup plus rapidement que celles de HBr et surtout de HCl vers les très-petites valeurs qui répondent aux solutions étendues. Par exemple :

HCl + $20H^2O^2$, mis en présence d'un excès d'eau, dégage..... + 0,54
HBr + $20H^2O^2$, » » » ...... + 0,37
HI + $20H^2O^2$, » » » ...... + 0,11

» 4. Un volume d'eau dissout vers 10 degrés 425 litres environ de gaz iodhydrique.

» 5. Les densités trouvées pour HI offrent un peu moins d'exactitude

que pour HCl et Br, à cause de la présence inévitable de quelques millièmes d'iode libre (dont il a été tenu compte dans le calcul de l'acidité). La formule

$$V = 18n + 35,5$$

représente assez bien les volumes moléculaires observés. Ici il ne paraît pas se produire de contraction sensible pendant la dilution, pas plus que dans la formation de plusieurs iodures métalliques solides au moyen de leurs éléments.

» Entre les volumes moléculaires des solutions étendues des trois hydracides dont la composition est équivalente, il existe une différence à peu près constante :

$$HI + nH^2O^2 \quad \text{surpasse} \quad HCl + nH^2O^2 \quad \text{de} \quad 17^{cc},3,$$

valeur considérable, car elle est presque égale à la constante (18,2) de la formule qui exprime les volumes moléculaires des solutions chlorhydriques. D'autre part

$$HBr + nH^2O^2 \quad \text{surpasse} \quad HCl + nH^2O^2 \quad \text{de} \quad 7^{cc},3 \text{ (1)}.$$

Ces différences se retrouvent, avec des valeurs numériques presque identiques, entre les dissolutions étendues des chlorures, bromures, iodures de potassium, de sodium et d'ammonium. Elles se retrouvent encore entre les sels solides de ces métaux. Par exemple, le volume occupé par KI solide surpasse celui de KCl de $17^{cc},3$; le volume de KBr solide surpasse celui de KCl de $7^{cc},3$.

» On observe à peu près les mêmes différences entre les volumes moléculaires des chlorures, bromures, iodures acides de la Chimie organique, tels que les chlorure et iodure acétique (liquides), ainsi que dans beaucoup d'autres cas. Cependant il convient d'ajouter que l'on ne trouve pas les mêmes différences numériques dans la comparaison des volumes moléculaires des sels métalliques (plomb, mercure, argent) non plus que dans celle des composés qui renferment plusieurs équivalents d'un corps halogène; mais le volume d'un composé chloré demeure dans tous les cas inférieur à celui du composé bromé, lequel est surpassé dans tous les cas connus

---

(1) Le volume moléculaire des solutions d'acide cyanhydrique, à partir du mélange $HCy + 1\frac{1}{2}H^2O^2$, répond à la formule approchée

$$V = 18n + 34,6.$$

Il diffère donc fort peu de celui des solutions iodhydriques.

(sous le même état physique) par le volume du composé iodé correspondant.

» 6. Les différences précédentes jettent quelque jour sur un problème général d'une haute importance, je veux dire *l'état des éléments dans les combinaisons*. En effet, ces différences expriment l'écart entre les volumes moléculaires des éléments (I — Cl et Br — Cl) dans les combinaisons correspondantes; ces volumes ne sont pas identiques, même pour les composés isomorphes.

» Au contraire, la différence entre les volumes moléculaires des mêmes éléments libres sous la forme liquide (la seule qui soit connue pour les trois corps) est nulle ou très-petite; car 1 équivalent de chlore ($Cl = 35^{gr},5$) occupe 27 centimètres cubes; 1 équivalent de brome occupe 27 centimètres cubes; 1 équivalent d'iode occupe 31 centimètres cubes à l'état liquide; 28 centimètres à l'état solide.

» En comparant ces nombres aux précédents, on voit que l'union du chlore avec un élément quelconque donne lieu à une contraction plus grande que l'union du brome avec le même élément; les bromures à leur tour sont plus condensés que les iodures. La plupart des iodures métalliques occupent un volume voisin de celui de leurs éléments, et qui peut même le surpasser, comme notre confrère M. H. Sainte-Claire Deville en a fait la remarque pour l'iodure d'argent; les iodures de plomb et de mercure sont dans le même cas, et il est probable qu'on arriverait à la même conclusion pour l'acide iodhydrique dans ses dissolutions, si l'on connaissait la densité de l'hydrogène liquide.

» En effet, le volume constant $35^{cc},5$ trouvé plus haut peut être regardé comme représentant soit le volume de l'hydracide qui subsiste en présence de l'eau, soit un volume plus petit, en admettant, comme il est très-probable, qu'il y a contraction simultanée des deux composants. Or ce volume surpasse de $4^{cc},5$ celui de l'iode liquide, différence qui ne saurait être comblée, d'après toutes les analogies, par le volume de 1 gramme d'hydrogène liquide.

» 7. Toutes ces circonstances, comme on pouvait s'y attendre, sont en rapport avec les quantités de chaleur dégagées dans la formation des composés, à partir des éléments. En effet, la formation des chlorures dégage plus de chaleur que celle des bromures, laquelle l'emporte à son tour sur celle des iodures. Or la contraction est d'autant plus grande, comme le montrent les faits rappelés tout à l'heure, que la chaleur dégagée est plus

considérable. Il y a plus; d'après ces faits, *la formation des composés qui offrent une différence à peu près constante entre leurs volumes moléculaires répond également à une différence à peu près constante entre les quantités de chaleur dégagées.*

» La formation de 1 équivalent de chlorure alcalin dissous, ou même solide, depuis les éléments, dégage à peu près 11 calories de plus que celle du bromure correspondant, et 26 calories de plus que celle de l'iodure. Ces chiffres se retrouvent sensiblement avec la même valeur pour les trois hydracides pris dans un état comparable, tel que l'état gazeux ou bien l'état dissous. Ils se retrouvent encore, comme nous l'avons observé avec M. Louguinine, dans la formation des chlorures, bromures, iodures acides de la Chimie organique.

» Or tous ces composés sont précisément ceux qui offrent une différence à peu près constante entre leurs volumes moléculaires : $(I - Cl) = 17,3$, $(Br - Cl) = 7,3$. Il y a plus; le rapport des deux nombres relatifs aux volumes moléculaires $\frac{17,3}{7,3} = 2,4$ est à peu près le même que le rapport des excès thermiques correspondants $\frac{26}{11} = 2,4$; et il ne s'écarte même pas beaucoup du rapport analogue entre les différences des équivalents des trois éléments

$$\frac{127 - 35,5}{81 - 35,5} = \frac{91,5}{45,5} = 2,0.$$

En d'autres termes, les changements de volume produits par la substitution des éléments dans les composés isomorphes, ou tout au moins analogues, sont à peu près proportionnels aux quantités de chaleur dégagées dans cette substitution, les uns et les autres étant liés avec la différence des poids équivalents.

» Ces relations, qu'il faudrait se garder d'étendre à des éléments dissemblables, paraissent indiquer que la formation par les éléments des chlorures, bromures et iodures isomorphes, ou correspondants, comparés deux à deux sous un même état physique, par exemple, sous la forme solide (sels alcalins), sous la forme liquide (chlorure acétique et analogues), sous la forme dissoute (sels alcalins ou hydracides, à des concentrations pareilles), enfin sous la forme gazeuse (hydracides), donne lieu à des travaux moléculaires semblables. »

HYDRAULIQUE. — *Note sur des applications nouvelles des principes des écluses de navigation à colonnes liquides oscillantes;* par M. A. DE CALIGNY.

« Quand un bateau chargé, occupant presque toute la section d'une écluse, entre du bief supérieur dans le sas, il fait entrer dans ce bief une quantité d'eau qui peut ne pas différer beaucoup d'une éclusée. S'il remonte ensuite étant vide, il ne fait entrer de l'écluse dans le bief d'aval qu'une quantité d'eau beaucoup moindre quand il quitte ce dernier. Il résulte de ces considérations, comme l'a remarqué Girard, membre de l'Académie des Sciences, que si les écluses avaient des chutes assez petites par rapport au tirant d'eau des bateaux, un canal pourrait être considéré comme une machine à élever de l'eau dans certaines conditions. On conçoit les complications qui en résulteraient, combien la multiplicité des écluses serait dispendieuse, et combien cela augmenterait la durée de la navigation.

» Mais depuis que la réussite d'un de mes systèmes d'écluses à colonnes liquides oscillantes a montré qu'on pouvait ne perdre qu'une petite fraction de l'éclusée, il devient intéressant d'appeler l'attention sur la possibilité de réaliser, d'une autre manière, une idée théorique oubliée depuis longtemps ou regardée comme une récréation mathématique. Il est évident que, dans bien des circonstances, un grand bateau chargé remontant vide ensuite aura en définitive fait entrer dans le bief supérieur une quantité d'eau beaucoup plus grande que celle qui est nécessaire pour faire fonctionner une écluse à colonnes liquides oscillantes.

» Si, par exemple, on avait à exploiter des carrières au point le plus élevé d'un canal, sans être obligé de faire remonter des chargements aussi lourds, il suffirait de pouvoir remplir ce canal une première fois pour faire fonctionner les écluses. On calculerait, d'après les pertes d'eau résultant des défauts des portes ou de l'appareil, des filtrations et de l'évaporation, quel serait le poids des chargements qu'on pourrait faire remonter, le moteur résultant de la descente des matériaux extraits des carrières précitées. Il paraît même, d'après les renseignements que j'ai pu me procurer, que dans certaines circonstances, si les bateaux remontaient toujours vides, et si la navigation était assez active, il ne serait pas impossible de considérer un canal comme une véritable machine à élever de l'eau pour les irrigations, de sorte qu'il en résulterait même un courant alternatif qui empêcherait l'eau de se corrompre. Si l'on peut, dans mon système, supprimer les ventelles des portes d'écluses, cela diminuera encore les pertes dont il fallait tenir compte.

» Quoi qu'il en soit, il est intéressant de remarquer que la possibilité de réduire à une petite fraction de l'éclusée la quantité d'eau exigée jusqu'à présent par le passage des bateaux permet de modifier les bases des constructions existantes. Ainsi l'on pensait depuis longtemps qu'il serait utile de ne pas faire les murs des bajoyers verticaux à l'intérieur des écluses, mais le talus, s'il était bien sensible, était réduit de manière à ne pas trop augmenter le volume de l'éclusée pour une section donnée du fond d'un sas. Cependant, d'après un renseignement qui m'est transmis par M. de Lagrené, ingénieur des Ponts et Chaussées, aux États-Unis d'Amérique on construit ces talus malgré l'augmentation de dépense d'eau qui en résulte. Or, si cela diminue le capital du premier établissement, il est juste d'en tenir compte dans le calcul du capital du premier établissement de l'appareil, qui permettra de faire cette économie dans la construction de l'écluse.

» Si les avis sont partagés sur les avantages pouvant provenir soit de ce que les bajoyers sont en ligne droite, soit de ce qu'ils pourraient être construits en ligne courbe, d'une manière plus ou moins analogue à ce qui a été fait pour d'anciennes écluses, et si l'on n'est plus préoccupé des inconvénients qui résultaient d'une augmentation de l'*éclusée*, on n'a plus qu'à étudier quel est celui de ces deux systèmes de bajoyers qui coûtera le moins cher. Or, dans le cas où ce serait le bajoyer courbe, il serait juste d'en tenir compte dans le calcul du capital du premier établissement de l'appareil.

» D'après un renseignement transmis par un ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, il y a des cas où, pour des écluses en rivière, si l'on n'a point à épargner l'eau, on peut diminuer la dépense d'une manière considérable, en ne construisant pas de bajoyers et en se contentant d'y substituer des talus latéraux recouverts seulement de perrés. D'autres ingénieurs regardent comme difficile qu'on puisse ainsi garder l'eau assez convenablement pour le cas dont il s'agit ici; mais cette considération paraît de nature à faire au moins concevoir combien il pourra être utile de montrer à quel point l'état de la question est changé, si, dans des limites assez étendues, on peut maintenant choisir les modes quelconques de construction les moins coûteux, abstraction faite, jusqu'à un certain point, de l'augmentation des quantités d'eau contenues dans l'écluse.

» Ces considérations sont applicables aux divers systèmes d'écluses que j'ai présentés, mais surtout à celui de l'Aubois.

» Il n'est peut-être pas inutile de remarquer, quant à ce dernier système, que, si l'emploi des cuirs emboutis offrait quelque difficulté, et si

l'on voulait, en conservant le tube d'amont mobile en entier, substituer une soupape de Cornwall à la vanne cylindrique proposée pour le tube d'aval dans ma Note du 2 décembre dernier, en supposant qu'elle ne gardât point tout aussi bien l'eau qu'une vanne cylindrique, la petite perte d'eau qui en pourrait résulter serait bien moins importante que s'il s'agissait du tube d'amont, qui doit garder l'eau pendant tout le temps où l'appareil ne marche pas (*). »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur une secousse de tremblement de terre, observée à Florence, le 12 mars* 1873. Extrait d'une Lettre de M. DE TCHIHATCHEF à M. le Secrétaire perpétuel.

« Florence, 12 mars, 10 heures du soir.

« Ce soir, à $9^h 5^m$, nous avons éprouvé ici une oscillation qui n'a duré qu'environ une demi-seconde et qui a été assez légère, mais cependant parfaitement appréciable. Le mouvement paraissait dirigé du sud-est au

---

(*) M. Coriolis a calculé (*voir* le tome III, 1re série, du *Journal de Mathématiques*, p. 437) le déchet résultant du frottement de l'eau oscillant dans un tube recourbé, d'égal diamètre partout, et a obtenu, comme on le voit dans un Rapport à l'Institut du 20 août 1838 (p. 424), *des nombres peu différents* de ceux que j'avais, dit-il, *trouvés par d'ingénieuses considérations géométriques;* mais, quand il s'agit de l'entrée de l'eau dans une écluse, les frottements de l'eau sont peu de chose, en général, relativement aux autres causes de déchet. (*Voir* ma Note du 21 octobre dernier, imprimée dans les *Comptes rendus*.)

A partir du moment où l'appareil n'épargne plus beaucoup d'eau et où l'on peut se contenter de se servir du tuyau de conduite pour faire ouvrir d'elles-mêmes les portes d'amont au moyen de la vitesse acquise, on peut admettre, en général, sans trop de chances d'erreur, que le déchet, à chaque instant considéré, est proportionnel, pour un même chemin parcouru dans le tuyau, au carré de la vitesse moyenne d'une tranche donnée du liquide, c'est-à-dire de la vitesse moyenne de tous ses points pendant l'instant dont il s'agit. On peut, au moyen de cette considération, tenir compte de diverses causes de déchet dont M. Coriolis ne s'était pas occupé, n'ayant pas traité cette question des écluses, et dont le chemin peut être considéré comme proportionnel à la section de l'écluse, toutes choses égales d'ailleurs.

Soient v cette vitesse moyenne *variable*, h la hauteur du niveau, supposé constant, de l'eau du bief supérieur au-dessus de celui de l'eau dans l'écluse, si l'eau partait du repos dans cette écluse; x la hauteur variable de l'eau qui monterait dans le sas au-dessus du niveau du bief supérieur, si les portes d'amont ne s'ouvraient pas, x croissant de $-h$ à 0 jusqu'au moment où l'eau arrive dans l'écluse au niveau du bief d'amont. Soient k la somme des coefficients de ce qu'on est convenu d'appeler *résistances passives*, supposées ici proportionnelles aux carrés des vitesses moyennes variables dans le tuyau de conduite, S le rapport de la section de l'écluse à celle du tuyau, L la longueur de ce tuyau (supposé circulaire et d'égal diamètre

nord-ouest, le ciel était serein, éclairé par la Lune, l'atmosphère (très-agitée la veille par un violent vent du sud) presque calme, le baromètre indiquant 752 millimètres et le thermomètre (extérieur) 13 degrés C.

» Vous savez que, dans la ville même de Florence, les mouvements du sol sont rares; d'un autre côté, les conditions atmosphériques pendant cet hiver ont été assez anormales, car, non-seulement l'hiver a été relativement

---

partout, pour simplifier le calcul), R son rayon. k est déterminé de manière à s'appliquer à $\frac{v^2}{2g}$. (*Voir* ma Note précitée du 21 octobre.)

L'équation des forces vives donnera, si l'on néglige la force vive dans l'écluse et le bief d'amont,

$$\pi R^2 L \frac{v^2}{2g} = \pi R^2 S \left(\frac{h^2 - x^2}{2}\right) - k \int \frac{v^2}{2g} S\,dx.$$

Si l'on pose, pour abréger, $\frac{Lv^2}{2g} = z$, on aura, en différentiant cette équation,

$$dz = -Sx\,dx - \frac{k}{\pi R^2 L} Sz\,dx,$$

ou en posant, pour abréger, $\frac{k}{\pi R^2 L} S = a$, on a

$$dz = -Sx\,dx - az\,dx.$$

L'intégrale de cette équation est

$$ze^{ax} = -\int e^{ax} Sx\,dx + c,$$

c désignant la constante arbitraire. Intégrant par partie, on trouve

$$ze^{ax} = -S\frac{e^{ax}x}{a} + S\frac{e^{ax}}{a^2} + c.$$

On déterminera la constante par la condition $z = 0$ pour $x = -h$. On trouve ainsi

$$ze^{ax} = S\frac{-e^{ax}x - e^{-ah}h}{a} + S\frac{e^{ax} - e^{-ah}}{a^2},$$

d'où l'on tire

$$z = S\frac{-ax + 1 - e^{-a(h+x)}(ah + 1)}{a^2}.$$

Sans entrer ici dans tous les détails relatifs à ces calculs, je me borne à bien préciser la manière de tenir compte du coefficient k, du moins lorsqu'il sera mieux connu. La question serait d'ailleurs plus délicate, quant à la détermination de ce coefficient, qu'elle ne le paraît, lors même que le tuyau de conduite serait assez long pour que son frottement fût beaucoup plus grand que les autres causes de déchet.

Pour ces vitesses variables, la détermination rigoureuse de v est d'autant plus difficile, que les rapports de la vitesse contre la paroi à celles des divers points d'une tranche varient avec le chemin parcouru.

pluvieux et chaud, mais les oscillations du baromètre ont été remarquables par leur amplitude et surtout par leur fréquence. Ainsi, il résulte de mes registres que, pendant tout le mois de janvier, le baromètre, observé à midi, offrait chaque jour (au bout de vingt-quatre heures) une différence de 2, 3 et souvent 5 millimètres; la température de l'air (à midi) a varié de 8 à 13 degrés C (à l'exception du 7 janvier, où, à 6 heures du matin, le thermomètre descendit à 3 degrés au-dessous de zéro); les vents ont été très-variables; enfin les pressions ont été très-faibles, les plus fortes correspondant généralement aux plus mauvais temps et *vice versa*.

» Les journaux nous apprendront peut-être si ce phénomène a été local, ou s'il a été le retentissement d'un mouvement plus violent, dont le point de départ aurait été situé dans les régions volcaniques de Naples ou de Rome, ainsi que la direction de l'oscillation, ressentie à Florence, semblerait le faire supposer. »

M. **Duchartre** fait hommage à l'Académie d'un exemplaire de ses « Observations sur les bulbes des Lis » (Extrait des *Annales des Sciences naturelles*).

Le P. **Secchi** fait hommage à l'Académie d'un exemplaire d'un Mémoire imprimé en italien et portant pour titre « Distribution des protubérances autour du disque solaire, et étude des taches (8e Communication) ».

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger le Concours du prix Damoiseau pour 1872 (théorie des satellites de Jupiter).

MM. Faye, Liouville, Le Verrier, Janssen, Serret réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Fizeau, Bertrand, Mathieu, Puiseux.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger le Concours du prix Alhumbert pour 1872 (nutrition des champignons).

MM. Duchartre, Brongniart, Decaisne, Trécul, Tulasne réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Gay, Pasteur.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ANALYSE. — *Classification des intégrales quadratrices des courbes algébriques.* Mémoire de M. **Max. Marie**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires précédemment nommés : MM. Bertrand, Bonnet, Puiseux.)

« Il existe dans chaque degré des courbes quarrables algébriquement, d'autres dont les quadratures dépendent des fonctions circulaires, d'autres qui se quarrent à l'aide des fonctions elliptiques, d'autres enfin dont les aires dépendraient de transcendantes à plus de deux périodes.

» Les transcendantes qui présentent des nombres différents de périodes sont irréductibles les unes aux autres, tandis que le contraire paraît être la règle pour celles qui en présentent le même nombre.

» Il paraît donc rationnel de classer les transcendantes d'origine algébrique d'après le nombre des périodes qu'elles présentent. On peut, en tout cas, adopter d'abord ce mode de classification, sauf à distinguer ensuite entre les transcendantes d'une même classe, s'il y a lieu.

» Il faudrait, pour atteindre ce but, déterminer d'abord le nombre maximum de périodes que puisse présenter la quadratrice d'une courbe de degré m; en second lieu, les conditions dans lesquelles ces périodes disparaîtraient.

» La première question est indépendante de la seconde, mais on peut l'y ramener; car on connaîtra le nombre des périodes qui existaient d'abord, en comptant celles qu'on aura fait disparaître, lorsqu'il n'en existera plus. C'est cette marche que nous suivrons.

» Les questions dont il s'agit ont depuis longtemps attiré l'attention des géomètres. Ainsi M. Jordan, dit dans sa Thèse, soutenue en 1861, que M. Puiseux lui a parlé d'une formule du nombre des périodes de la quadratrice d'une courbe de degré m, laissée par Cauchy dans une Note dont, au reste, il ne fait pas connaître le texte. M. Jordan ajoute que M. Puiseux lui a communiqué sur ce même sujet « des recherches inédites, datant de » 1851, d'où résultait la solution complète de la question dans le cas où » tous les points critiques étaient distincts les uns des autres », mais il ne fait pas connaître non plus la formule à laquelle était arrivé M. Puiseux. Celle qu'adopte M. Jordan est $(m-1)^2$. Après avoir donné cette formule, il ajoute :

« Toutes ces périodes sont-elles distinctes les unes des autres, ou ne serait-il pas possible

de trouver entre elles certaines relations linéaires qui en réduiraient le nombre? Ces relations existent-elles dans le cas général? ou quelles sont les conditions nécessaires pour qu'elles existent et comment pourrait-on les assigner *a priori*? Ces questions me semblent plus faciles à poser qu'à résoudre. »

» On en était là en France lorsque les travaux de Riemann, publiés en 1857, commencèrent à être connus de quelques géomètres. L'étrangeté des conceptions géométriques auxquelles l'auteur avait eu recours, pour donner une forme à ses idées, avait si bien écarté les lecteurs que, malgré l'importance des résultats et malgré la solennité de la circonstance, l'auteur du *Rapport sur les progrès de l'Analyse*, demandé par le Ministre de l'Instruction publique en 1867, n'y fait allusion que dans une phrase incidente, de sorte que ceux des géomètres français, à qui les conditions matérielles de l'existence ne laissaient pas de loisirs suffisants pour parvenir à déchiffrer l'auteur dans sa langue, n'ont rien pu connaître de ses travaux jusqu'au moment où M. Hoüel en a donné, en 1872, un premier aperçu encore très-insuffisant.

» M. Clebsch avait, en 1866, dans sa *Theorie der Abelschen functionen*, reproduit les principales découvertes de Riemann dans des termes moins compliqués; mais cet ouvrage n'a pas été non plus traduit en français, de sorte qu'il est aussi fort peu connu.

» La question du nombre des périodes de la quadratrice de la courbe la plus générale de degré m et celle des conditions dans lesquelles ce nombre se réduit m'occupaient depuis longtemps, et j'allais en présenter à l'Académie les solutions que j'avais obtenues lorsque j'appris, il y a quelques mois, qu'elles avaient été en partie traitées par MM. Riemann et Clebsch.

» Quoiqu'il y ait sous certains rapports concordance entre les résultats auxquels j'étais parvenu et ceux qu'ont obtenus ces savants, je ne crois cependant pas devoir supprimer mon travail, parce que, d'une part, le principe de la méthode dont je me sers, qui prend dans les œuvres de M. Clebsch la forme d'un théorème, m'appartient incontestablement, ce principe étant énoncé dans mon Mémoire de 1851 : *Sur les périodes des intégrales simples et doubles;* et que, d'un autre côté, la considération des conjuguées, qui m'avait déjà fourni avec évidence le principe dont je viens de parler, aura encore dans cette question l'avantage d'aplanir les plus grandes difficultés.

» La recherche des conditions dans lesquelles le nombre des périodes s'abaisse donne lieu à des questions d'ordres divers. La réduction, en effet, peut provenir soit de ce que quelques périodes disparaissent com-

plétement en devenant nulles ou infinies; soit de ce que, tout en persistant isolément, elles deviennent égales, ou, plus généralement, satisfont à quelques relations linéaires à coefficients entiers; soit enfin de ce que les périodes viennent se fondre en une seule par suite d'une juxtaposition de leurs figures géométriques.

» La première et la troisième question sont d'ordre purement géométrique et pourront être complétement résolues. Au contraire la deuxième appartient au domaine de l'analyse; mais elle ne sera jamais résolue complétement, parce que les combinaisons qu'il faudrait passer en revue seraient en nombre infini, et nous l'écarterons pour cette raison, ou du moins nous n'en retiendrons que la recherche des conditions dans lesquelles quelques périodes deviendraient égales.

» Avant de proposer les solutions que j'ai obtenues des questions indiquées dans ce qui précède, je crois pouvoir répéter que les éléments s'en trouvaient déjà complets dans le *Mémoire sur les intégrales simples et doubles* que M. Bonnet avait bien voulu présenter pour moi en 1852 à M. Bomard, alors Directeur des études à l'École Polytechnique, pour être inséré dans le *Journal de l'École*, Mémoire qui fut alors repoussé, sur le rapport de M. Duhamel, et qui, pour cette raison, ne parut qu'en 1859 dans le *Journal de Mathématiques pures et appliquées*, mais dont j'adressai une copie à l'Académie en 1853, présentation qui donna lieu au rapport de MM. Cauchy et Sturm en 1854.

» En donnant dans ce Mémoire l'interprétation géométrique des périodes des intégrales simples et doubles, je donnais le moyen de les compter dans chaque cas, de sorte qu'il eût suffi de discuter la courbe la plus générale d'un degré donné pour assigner le nombre des périodes de sa quadratrice. D'un autre côté, la théorie des intégrales doubles, telle que je l'ai établie dans ce Mémoire, reposait précisément sur la connaissance préalable de la condition nécessaire pour que la quadratrice d'une section plane de la surface à cuber eût une période nulle, condition qui consiste en ce que le plan de cette section soit tangent à la surface, ou que la section ait un point double.

» Je rappelle aussi que j'avais établi dans ce même Mémoire que les quadratrices d'une même courbe, rapportées successivement à différents systèmes d'axes, ont toujours mêmes périodes; cette remarque était nécessaire pour expliquer l'usage que je fais du terme général de *quadratrice d'une courbe donnée*, sans spécifier le système d'axes auquel cette courbe est rapportée. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les variations barométriques et leurs rapports avec les variations magnétiques;* par M. **J.-A. Broun.** (Extrait.)

(Commissaires précédemment nommés : MM. de Tessan, Ch. Sainte-Claire Deville, Jamin.)

« J'ai montré que de grandes dépressions barométriques se produisent simultanément dans les mers de l'équateur. Ces mouvements sont manifestement liés à une période de près de 26 jours et à une action directe du Soleil (1). J'ai montré également que le maximum de la force magnétique, pour la même période, pendant les années 1844 et 1845, a suivi le maximum de la pression atmosphérique, vers l'équateur, à $2\frac{1}{2}$ jours. Dans ma dernière Note (p. 542), j'ai indiqué qu'à deux stations voisines des antipodes, plus près des pôles, les variations barométriques suivaient une loi semblable; en sorte qu'avec une amplitude moyenne d'oscillation de 4 à 6 millimètres le maximum, pour une année de 14 périodes, correspondait au même jour pour les deux stations.

» Quoique les maxima pour l'oscillation double, comme pour l'oscillation simple, arrivassent à peu près en même temps aux deux stations, l'amplitude pour l'oscillation double était beaucoup plus petite à Hobarton qu'à Makerstoun. Cela est dû, je crois, à une particularité que révèle l'examen des courbes, savoir que les mouvements dus en apparence à une même cause sont quelquefois de sens opposés.

» L'oscillation double de la pression atmosphérique, dans la période de 26 jours, m'avait rappelé l'apparence d'une oscillation semblable de la force magnétique dans la même période; j'ai donc cherché cette oscillation pour la force magnétique, pour les deux stations de Makerstoun et de Hobarton et pour la même année. J'ai trouvé, pour les deux oscillations :

Force magnétique.

1845. Makerstoun.............. $y = 10,3 \sin(\theta + 164^\circ) + 13,6 \sin(2\theta + 288^\circ)$.
» Hobarton............... $y = 10,3 \sin(\theta + 168) + 9,1 \sin(2\theta + 283)$.

» L'unité est le dix-millième de la force horizontale à chaque station : $\theta = n\,13^\circ,85$; $n = 0$ à midi, Makerstoun, le 30 décembre 1844.

» Pour les variations barométriques, en millimètres de mercure :

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXV, p. 16, séance du 1er juillet 1872.

Pression atmosphérique.

1845. Makerstoun.............. $y = 2^{mm},32 \sin(\theta + 286^{\circ}) + 2^{mm},89 \sin(2\theta + 265^{\circ})$.
» Hobarton.............. $y = 1,85 \sin(\theta + 286) + 0,89 \sin(2\theta + 205)$.

L'origine est la même que pour les équations précédentes.

» Les rapports de l'amplitude de l'oscillation simple à celle de l'oscillation double, à chaque station et pour chaque phénomène, sont :

	Force magnétique.	Pression atmosphérique.
1845. Makerstoun............	$\frac{10,3}{13,6} = 0,8.$	$\frac{2,32}{2,89} = 0,8.$
» Hobarton..............	$\frac{10,3}{9,2} = 1,1.$	$\frac{1,85}{1,09} = 2,0.$

» Les rapports sont à peu près les mêmes à Makerstoun pour les deux phénomènes, et à Hobarton pour la force magnétique; c'est seulement le rapport pour la pression atmosphérique à Hobarton qui s'écarte des autres, et cela est dû surtout à l'amplitude de l'oscillation double qui est le plus diminuée *dans l'hémisphère sud* par les mouvements opposés.

» La comparaison des jours des maxima pour l'oscillation simple et pour l'oscillation double, déduits des équations précédentes, montre que, pour l'oscillation double, il y a une différence de près de deux jours entre les époques de maxima à chaque station pour les deux phénomènes; mais des différences d'un ou de deux jours entre les époques pour la pression atmophérique peuvent être dues simplement à des perturbations locales.

» L'accord entre ces résultats paraît encore plus extraordinaire quand on se rappelle que les mouvements aux deux stations sont quelquefois opposés. Ce fait demandait la discussion d'une plus longue série d'observations. J'ai donc pris les observations du baromètre aux deux stations pour 1844, et j'ai représenté les moyennes journalières par des courbes. L'examen de ces courbes a montré cette opposition des mouvements d'une manière beaucoup plus frappante que les courbes pour 1845. J'ai fait alors les calculs pour la période de 26 jours en 1844. Voici les équations qui en résultent, pour la force magnétique et la pression atmosphérique :

Force magnétique.

1844. Makerstoun.............. $y = 24,1 \sin(\theta + 101^{\circ}) + 7,7 \sin(2\theta + 259^{\circ})$.
» Hobarton.............. $y = 20,5 \sin(\theta + 106) + 8,2 \sin(2\theta + 262)$.

Pression atmosphérique.

1844. Makerstoun............ $y = \overset{\text{mm}}{2,76} \sin(\theta + \overset{\circ}{229}) + \overset{\text{mm}}{0,76} \sin(2\theta + \overset{\circ}{212})$.

» Hobarton.............. $y = 1,40 \sin(\theta + 95) + 0,33 \sin(2\theta + 270)$.

$\theta = 0$ à midi, le 1er janvier 1844 (1).

» On peut voir que l'amplitude de l'oscillation double est beaucoup plus petite que celle de l'oscillation simple, aux deux stations et pour les deux phénomènes.

» Les rapports des amplitudes sont les suivants :

	Force magnétique.	Pression atmosphérique.
1844. Makerstoun.............	$\frac{24,1}{7,7} = 3,1.$	$\frac{2,76}{0,76} = 3,6.$
» Hobarton...............	$\frac{20,5}{8,2} = 2,5.$	$\frac{1,40}{0,33} = 4,2.$

» Pour 1844 comme pour 1845, les rapports sont plus voisins pour les deux phénomènes à Makerstoun qu'à Hobarton; mais l'accord est toujours assez considérable. On voit aussi l'effet des mouvements opposés sur l'amplitude des oscillations barométriques aux deux stations; mais il paraît plus marqué sur l'amplitude à Hobarton, en 1844, comme en 1845.

» En calculant maintenant les jours de maxima, on trouve, dans l'époque du maximum de la pression atmosphérique, une différence très-remarquable. A Makerstoun, la différence des époques pour les deux phénomènes reste de 9 jours, *comme pour les deux stations en* 1845. A Hobarton, le maximum de la force magnétique et de la pression atmosphérique correspond au même jour. Ce résultat doit dépendre de la cause (peut-être secondaire) qui renverse le mouvement à Hobarton.

» Les maxima de l'oscillation double correspondent à peu près aux mêmes jours, pour les deux phénomènes, et aux deux stations.

» Les oscillations simples et doubles de la pression atmosphérique sont-elles toutes les deux les résultats d'une action directe du Soleil? N'y a-t-il pas des mouvements qui sont le produit de l'induction d'un pôle dans l'autre? La Lune ne cause-t-elle pas une perturbation qui produirait une période de

---

(1) Les calculs précédents pour la force magnétique commençaient avec ce jour; ainsi la 15me période de 26 jours commençait le 30 décembre 1844, qui est l'origine pour 1845.

29 $\frac{1}{2}$ jours? Je crois qu'une discussion plus étendue résoudra toutes les difficultés. Je ne doute pas qu'il n'existe une cause produisant de grands mouvements simultanés dans l'atmosphère des deux hémisphères, probablement la même que celle qui produit les variations de la force magnétique de la Terre, avec une période de 26 jours.

» *N. B.* — Les moyennes journalières de la pression atmosphérique se trouvent dans les volumes des observations horaires, magnétiques et météorologiques, faites en 1844 et 1845 à Makerstoun (1) et à Hobarton (2).

» Pour ce qui concerne la force magnétique, les moyennes journalières pour Makerstoun se trouvent dans les volumes déjà cités (3); celles pour Hobarton, données dans le volume des observations de cet Observatoire, ne sont pas corrigées pour les effets de température, et elles ne peuvent pas être employées : le coefficient pour la température, donné dans le premier volume des observations de Hobarton, est aussi inexact. J'ai déterminé le coefficient dans un Mémoire sur le magnétomètre bifilaire (4), et j'ai donné les moyennes journalières pour 1844 et 1845, corrigées pour les effets de la température dans un autre Mémoire sur la force horizontale du magnétisme terrestre (5).

» Les moyennes pour Hobarton sont pour les jours astronomiques de Gottingue; celles pour Makerstoun sont pour les jours civils du lieu.

» *Période de 26 jours.* — Dans une Note à l'Académie, j'ai mentionné mes investigations relatives à cette période. J'ai montré, dans une Communication à la Société Royale de Londres, que les observations de la force horizontale à Greenwich, pendant les six années 1850 à 1852, et 1868 à 1870, confirmaient mes conclusions des observations faites à des stations différentes dans les deux hémisphères en 1846 et 1845 (6). Depuis lors, j'ai comparé les moyennes pour cette période, déduites des observations de la déclinaison magnétique à Trevandrum et à Greenwich en 1868 et 1870, et à Prague en 1870.

» Voici les faits les plus importants qui résultent de cette comparaison. Approximativement, l'amplitude de l'oscillation de la déclinaison dans la période de 26 jours est inversement proportionnelle à la force directrice à toutes les stations. La période a son maximum et son minimum en même temps (à un jour près) à toutes les stations. La loi est *la même* pour le même bout de l'aiguille dans les deux hémisphères (en cela, elle est opposée aux lois annuelles et décennales). Dans la période de 26 jours, les forces magnétiques vers le nord et vers l'ouest ont leur maximum au même jour dans les deux hémisphères.

---

(1) *Observations in magnetism and meteorology made at Makerstoun in Scotland* (*Trans. Roy. Soc. Edimb.*, vol. XVIII, p. 419; vol. XIX, pl. II, p. 51).

(2) *Observations made at the magnetical and meteorological Observatory at Van Diemen's land*, vol. II.

(3) *Observations, etc.* (*Trans. Roy. Soc. Edimb.*, vol. XVIII, p. 355; vol. XIX, pl. II, p. 11).

(4) *Trans. Roy. Soc. Edimb.* vol. XXII, p. 480.

(5) *Ibid.*, p. 550-553.

(6) *Proc. Roy. Soc. Lond.*, vol. XX, p. 417.

Quant à la durée de cette inégalité, on trouve pour moyenne, déduite des observations de la force horizontale :

A Makerstoun, etc., en 1844 et 1845, est...........	25,92 jours.
A Greenwich, 1850 à 1851 et 1868 à 1870, est.....	25,86
Déduite des observations barométriques à Singapoor en 1841 à 1845, elle est........................	25,83

» Je saisis cette occasion pour corriger quelques fautes dans ma Note du 3 mars (*Comptes rendus*, p. 544). Les directions moyennes du cirrus et du vent à la surface sont données comme nord 11 degrés ouest, et sud 23 degrés nord, tandis que les directions étaient, pour le cirrus, ouest 11 degrés nord (de 11 degrés nord de l'ouest), et pour le vent ouest 23 degrés sud (de 23 degrés sud de l'ouest) : de là la conclusion que les courants polaires (qui doivent, selon l'hypothèse, venir du nord-est) n'existent pas en Écosse. »

PHYSIQUE. — *Expériences nouvelles sur les flammes chantantes;* Mémoire de M. **Fr. Kastner**, présenté par M. Larrey. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Regnault, Bertrand, Jamin.)

« Si, dans un tube de verre, on introduit deux flammes de grandeur convenable, et si on les place toutes deux au tiers de la longueur du tube, comptée à partir de la base inférieure, ces flammes vibrent à l'unisson. Le phénomène continue de se produire tant que les flammes restent écartées; mais le son cesse aussitôt que les deux flammes sont mises au contact.

» J'ai pris un tube de verre de $0^m,55$ de longueur, de $0^m,041$ de diamètre extérieur et de $0^m,0025$ d'épaisseur. Deux flammes isolées, provenant de la combustion du gaz hydrogène, s'échappant de becs convenablement construits et placés à $0^m,183$ de la base, ont produit, lorsqu'elles étaient séparées, le *fa* naturel.

» Dès que ces flammes, à l'aide d'un mécanisme très-simple, sont rapprochées l'une de l'autre, le son est brusquement interrompu. Si l'on fait varier la position des flammes dans le tube, en les laissant toujours écartées, au-dessus du tiers de la longueur, le son diminue jusqu'à la moitié du tube, endroit au delà duquel tout bruit cesse de se produire; au-dessous de ce même point, le son augmente, au contraire, jusqu'au quart de la longueur du tube. En cet endroit, si l'on rapproche les flammes, le son ne cesse pas immédiatement, les deux flammes pouvant alors continuer de vibrer comme une flamme unique.

» L'interférence des flammes chantantes ne se produit que dans des conditions spéciales. Il est important de mettre la longueur des tuyaux en harmonie avec le nombre des flammes. La hauteur des flammes n'exerce qu'une

action limitée sur ce phénomène. La forme des becs joue également un rôle important.

» L'ensemble des expériences que j'ai effectuées, depuis deux ans, m'a conduit, comme application, à la construction d'un instrument musical d'un timbre entièrement nouveau, se rapprochant de la voix humaine, et auquel j'ai donné le nom de *pyrophone*. Cet instrument se compose de trois claviers, s'accouplant comme dans l'orgue; chacune des touches du clavier est mise en communication, à l'aide d'un mécanisme fort simple, avec les conduits adducteurs des flammes dans les tuyaux de verre. Lorsqu'on presse sur ces touches, les flammes se séparent et le son se produit aussitôt; dès qu'on cesse d'agir sur les touches, les flammes se rapprochent et le son cesse immédiatement. »

M. le colonel **Levret** adresse un supplément à son précédent Mémoire relatif à la détermination des positions géographiques sur un ellipsoïde quelconque.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Villarceau, Serret, d'Abbadie.)

M. **J. Cottin** adresse une Note relative à la théorie des taches solaires. Les idées émises par l'auteur lui paraissent s'accorder, en particulier, avec l'allongement des taches dans le sens de la rotation.

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

M. **A. Deryaux** adresse un Mémoire concernant la théorie du phénomène des marées.

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

M. **Brachet** adresse de nouvelles remarques sur l'emploi de diverses substances pour les objectifs de microscope.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **Troïanowski** adresse une Note concernant un procédé de destruction du *Phylloxera*. Ce procédé consisterait à enduire le pied des ceps d'un lait de chaux, mélangé de blanc d'Espagne.

(Renvoi à la Commission du *Phylloxera*.)

M. L. **Hugo** adresse une Note relative à une maquette d'anatomie viscérale, faisant partie des collections du musée du Louvre.

(Commissaires : MM. Milne Edwards, Cloquet.)

M. **Boué de Montagnac** adresse une nouvelle Note relative à son projet d'aérostat militaire.

M. J. **Billet** adresse une nouvelle Lettre concernant sa nacelle aérienne.

Ces deux Notes sont renvoyées à la Commission des Aérostats.

M. **Potapof**, lieutenant-colonel à Stavropol, dans le Caucase, envoie des remarques sur le ballon construit à Paris, pendant la guerre, par M. Dupuy de Lôme, et indique des modifications au mécanisme.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Mémoire de M. *Emm. Fergola*, imprimé en italien et intitulé : « Détermination nouvelle de la latitude de l'Observatoire de Capodimonte, au moyen des différences de distances zénithales méridiennes de cinquante-deux groupes d'étoiles, observées en 1871 » ;

2° Une traduction italienne, faite par M. *Diamilla-Muller*, de l'Éloge historique de Plana, prononcé par M. Élie de Beaumont ;

3° Une brochure de M. *Pomel*, intitulée : « Description et carte géologique du massif de Milianah » ;

4° Des « Études faites dans la collection de l'École des Mines, sur des fossiles nouveaux et mal connus », publiées par M. *Bayan*.

M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce adresse, pour la Bibliothèque de l'Institut, le 2e volume du Recueil des travaux du Comité consultatif d'hygiène publique de France.

» J'ai montré en outre que cette explication, quelle que soit la nature de ces gaz, est contredite par quelques-uns des faits les plus saillants que présentent les taches : tels sont notamment la netteté caractéristique des contours du noyau et de la pénombre, et ce fait que la pénombre présente généralement son maximum de clarté dans le voisinage du noyau. On s'en convaincra aisément en jetant un coup d'œil sur la figure donnée en dernier lieu par M. Faye (1); on verra notamment qu'on ne peut y placer le bord du noyau et celui de la tache que d'une manière tout à fait arbitraire.

» Sans examiner si, ramenant sous une autre forme les courants descendants de MM. Stewart et Lockyer, la théorie de M. Faye ne présente pas la plupart des difficultés que M. Faye lui-même a opposées aux savants anglais, je passe aux difficultés spéciales que présentent les tourbillons.

» Tout d'abord, les formes que présentent la plupart des taches, avec leurs contours déchiquetés, leurs angles aigus, ne répugnent-elles pas à l'idée d'une pareille cause, surtout en l'absence de tout noyau solide dont les aspérités puissent dévier les filets gazeux ? En second lieu, la cause assignée à ces tourbillons est-elle suffisante ?

» M. Faye trouve que « sur le Soleil, aux deux bords opposés d'une » simple tache de 1 degré de largeur, par $35\frac{1}{2}$ degrés de latitude, par » exemple, la différence des vitesses linéaires n'est pas moindre que » 24 minutes par seconde, » tandis que, sur la Terre, cette différence n'atteindrait pas 5 minutes; mais si nous poussons plus loin la comparaison, nous trouvons que les vitesses angulaires autour des centres des deux tourbillons sont telles que, sur le Soleil, un point de la circonférence emploierait $36\frac{1}{2}$ jours à la parcourir, et, sur la Terre, $1^j,72$ seulement. L'accélération centrifuge $\frac{v^2}{r}$, qui doit donner la mesure de la puissance d'aspiration, est $0^m,000024$ sur le Soleil, et $0^m,000099$ sur la Terre. Ces deux nombres sont très-petits l'un et l'autre, mais le second est quadruple du premier.

» Cependant cette comparaison est beaucoup trop favorable au tourbillon solaire; car, suivant la remarque de M. Faye, dans sa deuxième Note (2), c'est seulement le second terme de la vitesse, le terme en $\sin^2\lambda$,

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 391.

(2) *Comptes rendus*, t. LXXV, p. 1794.

dont les variations tendent à produire les tourbillons. Or la variation de ce terme, dans l'exemple considéré, n'est que de $3^{m},67$. Avec cette vitesse, le temps employé à parcourir la circonférence de la tache s'élève à 238 jours, et l'accélération centrifuge se réduit à $\frac{1}{181}$ de la valeur trouvée sur la Terre.

» Enfin le déplacement relatif des diverses zones de la photosphère est hypothétique, au moins sous le rapport de la grandeur qui lui est attribuée, car l'observation donne seulement les mouvements des taches, et rien ne prouve qu'elles n'aient pas un mouvement propre. Au contraire, ce mouvement propre est incontestable, au moins pour un certain nombre d'entre elles. Je suis porté à penser, quant à moi, que les mouvements de la photosphère sont en effet moindres que ceux des taches, ce qui affaiblirait encore la cause des tourbillonnements.

» En revanche, le mode de comparaison précédent ne donne qu'une idée très-insuffisante de la cause qui produit les cyclones terrestres, car les courants polaires peuvent amener à beaucoup moins de 1 degré de distance des masses d'air dont les latitudes d'origine diffèrent de beaucoup plus de 1 degré, et par conséquent dont les vitesses diffèrent de beaucoup plus de 5 minutes. N'est-il pas évident que, s'il n'y avait sur notre globe que des déplacements de 1 degré en latitude, on n'obtiendrait rien de comparable aux cyclones des régions tropicales?

» Et cependant, que sont les dépressions produites par ces cyclones? quelques millimètres de mercure, une petite fraction du poids de notre atmosphère, tandis que l'action des cyclones solaires devrait refouler les courants ascendants, déprimer les surfaces de niveau de l'enveloppe gazeuse, d'une quantité souvent supérieure au rayon de la Terre.

» Bien plus, suivant M. Faye, c'est l'hydrogène ainsi aspiré par les taches qui, se portant ensuite à la circonférence, remonterait avec violence et produirait ces protubérances qui s'élèvent, avec des vitesses de 60 ou 80 kilomètres par seconde, jusqu'à des hauteurs de 5, de 10, de 15 rayons terrestres. Or, si telle est la force avec laquelle cet hydrogène tend à remonter, telle est aussi la force à vaincre pour le refouler dans le bas, telle serait la puissance d'aspiration des tourbillons.

» En tout cas, la vitesse avec laquelle le gaz est aspiré par le tourbillon ne peut être qu'une fraction de celle des filets gazeux qui tourbillonnent; elle ne pourrait donc atteindre tout au plus qu'un petit nombre de mètres. Comment le même poids de gaz pourrait-il s'écouler ensuite par tout le périmètre de la tache avec les vitesses énormes dont nous venons de parler?

Cela suppose une augmentation de volume hors de toute proportion avec la différence de température que l'on peut admettre entre les protubérances que ce gaz forme à la sortie et la chromosphère où il avait été puisé.

» En ce qui concerne la répartition des taches dans les diverses zones, les cyclones ne donnent rien de satisfaisant. D'après les observations de M. Carrington, le maximum de fréquence a lieu entre 8 et 22 degrés de latitude, et probablement plus près de la première limite (1). Or la théorie de M. Faye place le maximum à 28 degrés, et la valeur de ce maximum est entre trois et quatre fois la valeur que l'on trouve à 10 degrés. En outre, au delà du minimum, qui aurait lieu à 54 degrés, il devrait y avoir des taches tout aussi nombreuses, tournant en sens contraire.

» Il est vrai que cette dernière conséquence paraît être contraire à la théorie elle-même et résulter seulement d'un vice dans la manière dont les résultats précédents en ont été tirés. La formule proposée par M. Roche (2), à laquelle on parvient d'une manière plus rationnelle, ne présente pas cette difficulté. En revanche, elle porte le maximum à 35 degrés, c'est-à-dire à une latitude où les taches deviennent tout à fait rares, et elle donne à 64 degrés la même fréquence qu'à 10 degrés.

» Mais ce qui est peut-être le plus nettement contraire à la théorie de M. Faye, ce sont les phénomènes de segmentation et généralement l'existence simultanée des taches dont l'intervalle est beaucoup moindre que le diamètre de chacune d'elles. En effet, ces deux taches ou ces deux segments, comme toutes les autres, doivent tourner dans le même sens; mais alors leurs parties contiguës se meuvent en sens opposés. Le mince filet qui les sépare se trouve donc sollicité en sens contraires sur ses deux faces, avec des vitesses égales à celles qui existent à la circonférence des taches, et par conséquent le mouvement tourbillonnant devrait s'y développer avec une bien autre énergie que dans les taches elles-mêmes. Il n'en est rien cependant.

» Dans une autre Communication, j'espère montrer que la théorie dont j'ai posé les premières bases dans mon Mémoire du 26 août, et qui n'est, au fond, que celle de Wilson, explique au contraire de la manière la plus satisfaisante tous les phénomènes que présentent les taches. »

---

(1) *Voir* le tableau qu'en a tiré M. Faye, *Comptes rendus*, t. LX, p. 141.

(2) *Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 510, en note.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *De la Spectrométrie; spectronatromètre;* Note de MM. P. Champion, H. Pellet et M. Grenier, présentée par M. Balard.

« M. Janssen, dans le cours de ses importants travaux sur la spectroscopie (1), pensa qu'on pourrait fonder une méthode de dosage de la soude par la dilution de la raie fournie par le sodium, et déjà, en 1870, il voulut bien faire avec nous quelques essais dans le laboratoire de M. Payen. Nous avons, depuis cette époque, varié ces essais, aidés de ses conseils bienveillants, et nous sommes parvenus à coordonner la méthode et à construire l'instrument dont nous donnons la description (2).

» L'appareil se compose de deux parties distinctes :

» 1° Soient A un spectroscope, dont la fente verticale C est de dimension variable, D une lame de verre bleu prismatique, compensateur qui sert à désensibiliser l'intensité de la flamme sodique *n* et dont le mouvement est commandé par un pignon. Ce prisme porte une échelle mobile.

» *Témoin.* — En H se trouve un tube de cuivre portant une fente, dont on peut régler à volonté l'écartement et la position en regard du bec témoin K. Les rayons qui émanent du témoin, rencontrant une glace placée à 45 degrés dans le spectroscope, s'y réfléchissent pour traverser ensuite le prisme, comme le feraient des rayons directs et vont éclairer d'une lumière jaune constante la moitié droite du champ de l'instrument, la moitié gauche devant être éclairée par la lumière provenant du corps qu'on essaye. Cette lumière est plus ou moins désensibilisée pour amener les deux moitiés du disque à une égale intensité, comme cela a lieu dans le polarimètre de M. Cornu, qui nous a aidés aussi de ses conseils. Le témoin consiste en un bec de forme circulaire muni d'un petit régulateur rhéométrique à gaz Giroud, dans la flamme duquel nous avons disposé un petit cône creux en platine destiné à recevoir du carbonate de soude fondu. Le témoin est entouré d'une enveloppe métallique munie d'une fente mobile, afin d'éviter l'impression produite sur l'œil par l'éclat de la flamme sodique. On a placé devant la fente du tube H un prisme mobile en verre, de couleur semblable

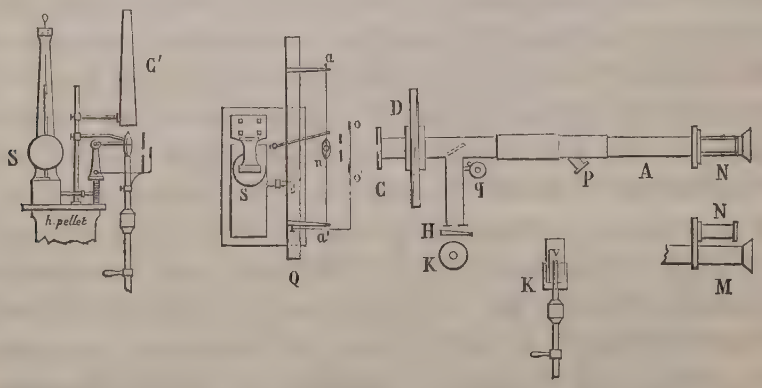
---

(1) *Comptes rendus*, séance du 7 novembre 1870.

(2) Cette méthode et cet instrument pourraient, avec quelques légères modifications, s'appliquer au dosage d'autres métaux qui, dans la flamme d'un bec Bunsen, fournissent une intensité de lumière suffisante, tels que le lithium, le thallium, etc., et peut-être même, ainsi que le pense M. Berthelot, aux substances telles que l'alizarine, etc., qui fournissent des raies d'absorption d'une certaine intensité.

à celle du désensibilisateur. Ce prisme a pour résultat, tout en permettant de diminuer à volonté l'intensité de la raie-témoin, de modifier sa couleur en la rendant comparable à celle qu'on obtient avec les rayons qui traversent le compensateur.

» L'objectif du spectroscope, qui peut se mouvoir dans un plan horizontal, permet de régler la position de la raie spectrale. En M se trouve un diaphragme traversé dans son milieu par un fil d'araignée vertical. Un petit bec de gaz q, entouré d'une cheminée, porte une lentille qui concentre ses rayons sur l'index de l'échelle et une lunette de Galilée, placée en N, facilite la lecture des divisions de l'échelle. Cette partie de l'appareil a été exécutée par M. Dubosq avec son habileté ordinaire.



» 2° La deuxième partie de l'appareil est formée d'un chariot mobile sur des galets, qui est commandé par un mouvement d'horlogerie à pendule conique S. Sa course est de 17 centimètres et s'effectue en soixante et onze secondes. Un appareil ingénieux, mû par deux fils, dont les extrémités sont placées sous la main de l'opérateur, sert à embrayer l'engrenage du chariot, dont le mouvement est indépendant de celui du pendule conique. Ce moteur, construit par M. P. Dumoulin-Froment, est doué d'une grande perfection.

» *Fil.* — Le chariot porte à ses extrémités deux tiges horizontales a, a' qui supportent le fil de platine. Au sortir de la flamme, une tige d'acier, placée sur le même plan que les bras du support, empêche le fil de s'affaisser et le guide dans sa course. Le diamètre du fil de platine est de 1 millimètre.

» *Brûleur.* — Le brûleur se compose d'un bec Bunsen n à flamme plate et muni d'un régulateur rhéométrique à gaz. Une disposition, pareille à celle du pied qui supporte le témoin, permet un mouvement angulaire servant

à régler la position de la flamme par rapport au fil. Une cheminée c', placée à quelques centimètres au-dessus de la flamme, augmente sa stabilité. Le bec porte un écran mobile de bas en haut, percé d'une ouverture d'un diamètre de 1 centimètre, au moyen de laquelle on isole la partie la plus fixe de la flamme, située au-dessus du fil de platine. Deux obturateurs, formés de lames métalliques distantes de quelques centimètres, fixées sur le chariot, passent successivement devant le diaphragme et produisent, dans la partie gauche du disque lumineux, une obscurité de quelques secondes; on est ainsi prévenu du moment où doit commencer l'opération, qui doit avoir lieu sur la même partie de chaque fil.

» *Réglage de l'appareil.* — On commence par introduire dans la flamme du brûleur une nacelle en platine contenant des fragments de carbonate de soude fondu et l'on fait mouvoir l'oculaire du spectroscope jusqu'à ce que la raie, à laquelle on donne une largeur suffisante, vienne à la rencontre du fil d'araignée dans la partie gauche du diaphragme. On dispose le témoin de façon à couvrir de même la partie droite. Les solutions qui servent à titrer l'appareil sont placées à l'avance dans une série de tubes bouchés, dans lesquels on plonge le fil de platine pour l'imprégner de la solution sodique. Il est ensuite rapidement séché à l'étuve. On débarrasse à l'avance les fils de toute trace de soude par un lavage et une calcination prolongée.

» *Graduation.* — Pour graduer l'appareil, il suffit de plonger les fils de platine dans des solutions titrées, de mettre en marche le chariot portant le fil, et d'amener les deux demi-disques à une égale intensité à l'aide du prisme compensateur. Dans cette méthode, le diamètre du fil, sa vitesse, la nature du sel de soude, ainsi que la présence de substances étrangères, ont une influence considérable. Nous passerons donc rapidement en revue ces divers points.

» L'expérience nous a conduit à employer des fils de 1 millimètre de diamètre. Des fils d'un diamètre supérieur ne peuvent, dans les conditions de notre appareil, être portés assez rapidement à une température suffisante pour volatiliser convenablement le sodium. Nous avons de plus reconnu que pour un diamètre déterminé les solutions de soude concentrées au delà d'une certaine limite fournissent la même intensité lumineuse. On peut expliquer ce fait en admettant que, dans le même temps, une source calorifique quelconque ne pourra volatiliser que la même quantité de sodium, quelle que soit la concentration de la liqueur.

» Les solutions sont titrées depuis 1 pour 100 jusqu'à $0^{gr},05$ pour 100 de soude (NaO).

» Nous employons le sulfate de soude, dont la volatilité nous paraît intermédiaire entre celle du chlorure et du phosphate de soude.

» Comme on peut toujours séparer les sels étrangers à la soude et à la potasse, nous avons dû chercher l'influence de ce dernier alcali sur le dosage. En effet, une forte proportion de potasse augmente le titre des solutions, ce qu'on peut attribuer à l'accroissement de densité, qui correspond à une épaisseur plus grande de la couche liquide recouvrant le fil. Nous avons remédié à cet inconvénient en employant, pour la graduation, des solutions de soude saturées de sulfate de potasse.

» Les fils doivent d'ailleurs être retirés du liquide avec une vitesse égale.

» *Echelle.* — Les divisions de l'échelle que nous avons déterminées sont inégales et se rapprochent à mesure que l'on opère sur des dissolutions plus élevées. En prenant pour abscisses les nombres correspondants de l'échelle et pour ordonnées les quantités de soude, nous avons déterminé une courbe régulière que M. Leygue a bien voulu soumettre au calcul. D'après ses recherches, cette courbe est une fonction du troisième degré et a pour formule $Y = -a + bx - cx^2 + bx^3$.

» Malgré la constance du témoin, son intensité lumineuse peut subir quelques variations dues à différentes causes. Ces variations ont pour résultat de déplacer la courbe, sans changer sa nature. Afin d'éviter de fréquentes déterminations de l'échelle, nous avons recours à une courbe mobile que l'on promène sur un papier quadrillé indiquant les ordonnées et les abscisses.

» La moyenne des erreurs que peut fournir cet instrument entre des mains expérimentées peut varier de 2 à 5 pour 100 de la teneur en soude.

» On voit donc que cette méthode, dans l'état actuel des choses, est spécialement destinée à suppléer les procédés chimiques quand ceux-ci deviennent impuissants en raison de la faible proportion de soude ; une erreur relativement sans importance, dans ce cas, fournirait des résultats insuffisants si l'on agissait sur des solutions très-concentrées qu'on devrait diluer jusqu'à une limite égale ou inférieure à 1 pour 100.

» *Dosage de la soude dans les cendres des végétaux.* — On commence par traiter la cendre à chaud par l'acide sulfurique. On se débarrasse ainsi des acides carbonique et chlorhydrique. La solution est ensuite additionnée

d'un léger excès de baryte qui précipite les acides sulfurique et phosphorique. La soude et la potasse se trouvent ainsi mises en liberté. On sature exactement la liqueur par l'acide sulfurique. On introduit enfin un excès de sulfate de potasse pur, de manière à saturer la liqueur dont on aura déterminé le volume quant au poids de cendre employée. L'essai se pratique ensuite comme nous l'avons indiqué précédemment (1).

» Dans une prochaine Communication nous indiquerons quelques dosages de la soude contenue dans les cendres de divers végétaux. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Note sur l'analyse spectrale quantitative, à propos de la Communication précédente de MM.* Champion, Pellet *et* Grenier; par M. **Janssen**.

« La Communication de MM. Champion, Pellet et Grenier est intéressante, parce qu'elle nous offre une première réalisation dans la voie de l'analyse spectrale quantitative, sur laquelle, à cette occasion, je demande à attirer de nouveau l'attention de l'Académie.

» Tout le monde connaît les services que le spectroscope rend tous les jours à l'analyse chimique; mais les indications de cet instrument sont essentiellement *qualitatives*, et ne permettent pas de se prononcer sur les proportions suivant lesquelles le corps dont on a reconnu la présence entre dans le composé examiné. Cependant, dans une foule de cas, on aurait le plus grand intérêt à obtenir un dosage même approximatif. Les métaux présentent beaucoup d'exemples de ce genre. On sait, par exemple, que le fer se trouve profondément altéré dans ses propriétés mécaniques par la présence de traces de phosphore ou d'arsenic; l'atmosphère, l'eau des fleuves, des sources, etc., contiennent souvent des principes actifs qui modifient profondément leurs propriétés et qui s'y trouvent en proportions si faibles, qu'ils échappent aux procédés actuels de dosage. Il en est de même des plantes par rapport à une foule de principes minéraux qui entrent dans leur constitution.

(1) On peut se rendre compte de la sensibilité de cette méthode et des erreurs relatives que l'on peut commettre par les exemples suivants :

1° Soit une solution renfermant $0^{gr},3$ de soude pour 100 grammes d'eau; une moyenne de trois essais a donné à l'aide de la courbe $0^{gr},297$ de soude;

2° Solution de $0^{gr},6$ de soude pour 100 grammes d'eau; on a retrouvé $0^{gr},63$ NaO.

Nos essais ont aussi porté sur des cendres dans lesquelles on déterminait directement la proportion de soude et auxquelles on ajoutait une quantité connue de sulfate de soude qu'on retrouvait par l'expérience.

» Une méthode pour obtenir, par la lumière, le dosage d'une substance, alors que l'analyse chimique devient impuissante, a donc une importance qui ne peut échapper à personne.

» Depuis assez longtemps déjà, j'ai essayé de poser les bases rationnelles de cette nouvelle branche d'analyse spectrale, que j'ai nommée l'*analyse spectrale quantitative*.

» Ces bases ont été exposées dans une Communication à l'Académie, faite le 7 novembre 1870.

» Je disais, en prenant pour exemple un sel de soude porté dans une flamme à base d'hydrogène :

« Le spectroscope indique d'une manière incontestable que c'est le sodium incandescent qui, dans cette circonstance, produit la lumière jaune communiquée à la flamme, lumière qui, par l'action du prisme, fournit presque exclusivement les deux composantes de la raie fraünhoférienne D. Le sel de soude a donc été décomposé, et ses éléments dissociés. Le métal mis en liberté et porté à l'incandescence rayonne sa lumière caractéristique, et, trouvant ensuite de l'oxygène dans le milieu ambiant, il doit s'y combiner et se répandre dans l'atmosphère à l'état de composé sodique. L'existence du sodium libre a été temporaire, mais incontestable; toutes les molécules métalliques ont été, successivement et pendant un certain temps, mises en liberté.

» Or, pendant la période de cette mise en liberté, si l'on admet (ce qui peut être très-sensiblement réalisé dans une expérience bien conduite) que ces molécules passent par les mêmes phases d'incandescence et fournissent la même quantité de lumière, il en résultera que la quantité totale de lumière sodique émise par la flamme, depuis le moment où le sel commence à se décomposer jusqu'à celui de son extinction, sera proportionnelle au nombre des molécules de sodium contenues dans le sel, et toute méthode qui fera connaître cette quantité totale, cette intégrale de force lumineuse, conduira à la détermination du poids de métal qui l'aura produite. C'est ainsi que la connaissance d'une quantité déterminée de matière peut être ramenée à des mesures photométriques.

» Je n'ai pas besoin d'ajouter que ces considérations s'appliquent sans modification à tous les corps donnant dans les flammes une émission lumineuse spécifique, tels que le lithium, le thallium, etc. Si le corps était libre et porté directement dans le foyer, comme ce serait le cas pour un métal placé dans l'arc électrique, le principe serait encore applicable, pourvu que la substance se volatilisât régulièrement, en sorte que toutes ses particules prissent successivement une part égale à l'émission lumineuse.

» Je me réserve de développer ce sujet, et d'exposer plus tard les méthodes expérimentales qui me paraissent donner les meilleures applications des principes exposés (1). »

» Dans cette Note, j'exposais deux procédés pour l'application de ces principes.

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXI, p. 626.

» Le premier est fondé sur la mesure de l'intensité d'une raie brillante donnée par le corps. Le second prend pour base la mesure du temps que le corps met à se volatiliser complétement dans la flamme.

» L'appareil de MM. Champion, Pellet et Grenier se rapporte au premier procédé, attendu que c'est par la considération de l'intensité lumineuse de la raie spectrale que j'ai tout d'abord abordé la question. Ce procédé n'était d'abord qu'ébauché quand M. Champion vint me demander de l'appliquer au dosage de la soude dans les végétaux.

» Il y avait là une application intéressante; et, si elle réussissait, elle apportait une preuve décisive de la justesse des principes sur lesquels j'avais essayé de fonder l'analyse spectrale quantitative. Je connaissais d'ailleurs M. Champion comme un chimiste habile et un esprit distingué, et je ne doutais pas du succès. Si l'on en juge par les résultats annoncés par ces Messieurs, cette prévision serait réalisée et le dosage de la soude, surtout quand cet alcali existe en proportions très-minimes, s'obtiendrait avec une approximation déjà très-satisfaisante. »

CHIMIE. — *Observations, à propos d'une Note récente de M.* Gernez, *sur la cristallisation des solutions salines sursaturées;* par M. **Ch. Viollette.**

« Ce qu'il importait d'établir dans la question des solutions sursaturées, c'était moins la production rapide de cristaux dans les liqueurs, que l'apparition du premier cristal qui prend naissance sous des influences diverses; aussi je doute fort que le raisonnement qui termine la Note de M. Gernez, malgré toute sa valeur, ait suffi pour convaincre les esprits avant mes expériences sur la sursaturation.

» A cette occasion, je ferai remarquer que M. Gernez établit, en terminant sa Note du 3 mars dernier, une confusion entre mes recherches de 1860 et celles qui font l'objet d'un Mémoire étendu, présenté à l'Académie le 24 avril 1865, par M. Pasteur, en même temps que les premiers essais de M. Gernez sur le même sujet.

» Je n'avais pas attendu ces premiers essais de M. Gernez pour reconnaître l'inexactitude de certains résultats relatifs à la chaux et à la baryte présentés par moi « comme réclamant de nouvelles recherches, avant de » pouvoir en affirmer l'exactitude », et non point comme des faits certains, ainsi que M. Gernez semble le croire. Au 24 avril 1865, j'avais établi que, indépendamment d'un abaissement de température de 8 degrés au-dessous

de zéro, la sursaturation du sulfate de soude cesse, dans toutes les circonstances où on l'observe, par l'introduction dans les liqueurs d'un cristal de sulfate de soude appartenant à l'espèce chimique, *sulfate de soude à* 10 *équivalents d'eau,* et non point par une parcelle de *sulfate de soude effleuri ou non*, comme l'affirmait M. Gernez à cette époque, parce que j'avais établi que le sulfate de soude complétement effleuri, c'est-à-dire ne contenant plus l'espèce chimique sulfate de soude à 10 équivalents d'eau, est impuissant à provoquer la cristallisation. »

PHYSIOLOGIE. — *Des moyens d'augmenter la longueur des os et d'arrêter leur accroissement; application des données expérimentales à la Chirurgie;* Note de M. **Ollier**, présentée par M. Nélaton.

« J'ai démontré, par mes expériences sur les animaux, qu'on peut modifier considérablement l'accroissement des os en les irritant pendant leur période de croissance. Selon qu'on fait porter l'irritation sur tel ou tel point, on augmente la longueur de l'os ou l'on arrête son accroissement. Toute irritation diaphysaire, pourvu qu'elle atteigne un certain degré et qu'elle soit suffisamment persistante, produit un allongement de l'os; qu'elle porte isolément ou simultanément sur le périoste, la moelle et la substance osseuse proprement dite, elle amène des phénomènes hypertrophiques.

» Les moyens de produire cette irritation, et, par suite, l'allongement de l'os, sont très-nombreux et très-variés. Les dilacérations, incisions, excisions, cautérisations du périoste, les irritations de la moelle par perforation, broiement, implantation de corps étrangers sont suivies, chez les jeunes animaux, d'un allongement de l'os. Il n'est nullement nécessaire d'amener la suppuration, pour obtenir ce résultat : les irritations subaiguës, mais prolongées, sont les plus efficaces et les moins dangereuses.

» L'excès d'accroissement ainsi obtenu est proportionnel à la persistance de l'irritation; il peut aller jusqu'au dixième de la longueur totale de l'os. Chez l'homme, je l'ai trouvé plus considérable encore à la suite de certaines ostéites spontanées.

» Cet allongement de l'os s'opère, non pas par l'accroissement interstitiel de la substance osseuse (cet accroissement interstitiel joue un rôle secondaire), mais par une activité plus grande dans la prolifération des cellules du cartilage de conjugaison. Comme dans l'accroissement normal, c'est ce

cartilage qui est l'agent principal et presque exclusif de l'accroissement en longueur.

» L'activité du cartilage se trouve ainsi surexcitée par la propagation de l'irritation, dont le point de départ est dans la diaphyse; mais, si cette irritation indirecte ou à distance augmente l'activité physiologique du tissu cartilagineux, l'irritation directe ou sur place du même cartilage, c'est-à-dire celle qui s'obtient en agissant sur son propre tissu, par des piqûres, des dilacérations, etc., produit de tout autres résultats. Qu'elle soit légère ou intense, cette irritation directe du cartilage de conjugaison n'amène jamais un allongement de l'os. Si elle est légère, elle n'influe pas d'une manière appréciable; si elle est intense, elle produit un arrêt, proportionnel à l'importance du cartilage irrité, dans l'accroissement de l'os en longueur.

» L'irritation intense de ce cartilage, par les broiements et les dilacérations répétées de sa substance, trouble l'évolution de ses éléments cellulaires, et, sans hâter toujours l'ossification, produit comme résultat définitif un arrêt sensible de l'accroissement.

» La destruction partielle ou totale de ce cartilage, par excision ou broiements répétés, arrête complétement ou en partie l'allongement par l'extrémité osseuse ainsi traitée. Si l'on enlève le cartilage, en le découpant en une rondelle comprenant toute l'épaisseur de l'os, l'arrêt d'accroissement est absolu. Si l'on n'en excise qu'une partie, l'accroissement s'arrête au niveau de la partie enlevée; mais, comme il continue pour les parties du même cartilage laissées intactes, il en résulte, indépendamment d'un arrêt plus ou moins marqué de l'accroissement général de l'os, des déformations variées dans la direction et les courbures de l'organe.

» L'ablation du périoste ou l'évacuation d'une partie de la moelle n'amène pas le même résultat que l'ablation du cartilage, au point de vue de l'accroissement de l'os. Le périoste et la moelle se reconstituent rapidement par la prolifération des éléments restants du même tissu.

» Après l'ablation de longues bandelettes du périoste, sur la diaphyse d'un os long, on constate une augmentation de longueur de l'os dénudé. Cette dénudation de l'os agit comme tous les traumatismes qui portent sur la diaphyse, c'est-à-dire par l'irritation qu'elle occasionne sur les autres tissus vasculaires de l'os.

» Ce sont les irritations de la partie moyenne de la diaphyse qui produisent le plus grand allongement de l'os. Les irritations de ses parties terminales (portions juxta-épiphysaires) produisent quelquefois un résultat

inverse ; c'est lorsqu'elles sont intenses et que l'inflammation suppurative arrive jusque sur les limites du cartilage de conjugaison, se propage à ce cartilage et amène sa destruction partielle ou totale. C'est pour cela que l'inflammation aiguë de la totalité d'une diaphyse, arrivant jusqu'à ses cartilages limitants, est suivie d'un arrêt d'accroissement considérable ; les cartilages qui se trouvent sur les limites de la suppuration osseuse se détruisent par fonte purulente, ou sont modifiés profondément dans leur activité. L'os ainsi enflammé se trouve dans les mêmes conditions qu'un os dont on aurait détruit artificiellement les deux cartilages de conjugaison.

» L'observation clinique confirme complétement ces données expérimentales, et l'on observe chez l'homme tantôt un allongement de l'os enflammé, tantôt un arrêt d'accroissement. Les faits expérimentaux nous en fournissent l'explication ; je renvoie du reste à mon *Traité expérimental et clinique de la régénération des os* (1), pour le détail de mes expériences sur les diverses lésions susceptibles d'influencer l'accroissement des os. Il me reste à démontrer que ces données expérimentales sont applicables à la Chirurgie, et que nous pouvons, dans certains cas, arrêter ou activer l'accroissement des os chez l'homme comme chez les animaux.

» Mais ici il n'est pas besoin de faire remarquer que tous les procédés d'irritation dont je me suis servi chez les animaux ne sont pas applicables à l'homme. Plusieurs seraient pleins de dangers, surtout ceux qui agissent sur la moelle. L'irritation du tissu médullaire expose aux accidents septicémiques les plus graves ; et, si elle est portée jusqu'à la suppuration, elle est, dans certains cas, presque fatalement suivie de pyohémie ; mais, si nous devons nous interdire d'attaquer directement la moelle, si nous devons rejeter absolument certains procédés d'irritation, déjà dangereux chez les animaux qui supportent le mieux les traumatismes, nous pouvons, en procédant avec les précautions qui sont de règle dans toute intervention sur l'homme, irriter le périoste ou agir sur le cartilage de conjugaison. Nous aurons ainsi à notre disposition un moyen d'allonger les os (irritation du périoste), et un moyen d'arrêter leur accroissement (irritation directe, destruction du cartillage de conjugaison).

» Ces opérations ne seront pas applicables à tous les os des membres. Plusieurs de ces organes, à cause de leur situation profonde et des rapports

---

(1) T. I, chap. XII et XIII ; Paris, 1867.

de leurs extrémités avec les synoviales correspondantes, ne pourraient pas être abordés sans dangers; mais les os de la jambe et de l'avant-bras, c'est-à-dire ceux pour lesquels ces opérations me paraissent le plus souvent indiquées, fournissent un terrain favorable au point de vue opératoire.

» Dans quels cas, en effet, aurons-nous à intervenir ainsi? Je ne puis, dans cette Note succincte, passer en revue tous les cas où il pourrait être nécessaire de modifier l'accroissement des os. Je me bornerai à citer deux exemples, pour faire comprendre l'indication à remplir et le but qu'on doit se proposer. C'est surtout dans les cas de développement inégal des os parallèles, à l'avant-bras et à la jambe, qu'il sera utile de modifier l'accroissement de ces os, pour remédier aux déformations de la main et du pied qui résultent de cette inégalité d'accroissement.

» Si le radius, par exemple, est ralenti ou arrêté dans son accroissement par une ostéite épiphysaire avec altération de son cartilage de conjugaison inférieur, le cubitus, continuant à s'accroître selon les lois de son développement normal, dépassera le radius en bas. Il déjettera alors la main sur le bord radial du membre, et il en résultera une déviation très-choquante au point de vue de la forme, et très-gênante au point de vue fonctionnel. Si alors on arrête l'accroissement du cubitus, par la destruction de son cartilage de conjugaison inférieur, on fait cesser la déviation de la main, qui reprend peu à peu sa position normale à mesure que le radius s'accroît.

» Supposons, d'autre part, une ostéite de la partie moyenne de la diaphyse du radius, avec hypertrophie considérable de cet os. Le cubitus resté sain et n'ayant pas été influencé par l'inflammation de voisinage ne peut suivre le radius dans son allongement, et, tout en croissant régulièrement, se trouve bientôt notablement plus court. Il en résulte une déviation de la main, qui s'incline de plus en plus vers le bord cubital de l'avant-bras. Pour remédier à cette déviation de la main, il y a un moyen efficace, c'est d'activer l'accroissement du cubitus. Or la position superficielle de la diaphyse de cet os permettra d'agir sur son périoste, soit par des irritations sous-cutanées, soit par des cautérisations, de manière à entretenir à son niveau une irritation dont le résultat sera une hypertrophie de l'os en longueur.

» On aura donc, pour rétablir l'harmonie entre deux os parallèles, tantôt à activer l'accroissement de l'os en retard, tantôt à ralentir ou à arrêter l'accroissement de l'os en excès. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Note sur l'anatomie de la Comatule* (Comatula rosacea, *de Blainville*); Note de M. **Edm. Perrier**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Les renseignements que la Science possède sur l'organisation des Comatules sont peu nombreux et contradictoires. Leur squelette calcaire seul est bien connu, grâce aux travaux récents du Dr Carpenter; quant à leur embryogénie, elle laisse peu à désirer après le Mémoire publié sur ce sujet par M. Wyville Thomson.

» L'été dernier, au laboratoire de Zoologie expérimentale de M. de Lacaze-Duthiers, mon excellent maître, laboratoire situé sur les bords de la mer, à Roscoff (Finistère), j'ai cherché à élucider les points obscurs qui subsistent encore dans l'anatomie de ces animaux, qui sont les derniers restes de cette faune si riche de Crinoïdes que nous montrent les couches géologiques. Nos Comatules sont pourvues de dix bras, groupés par paires, et rayonnant autour d'un disque sur lequel est situé un sac viscéral, contenant l'appareil digestif. Les bras sont garnis, de chaque côté, d'une rangée de *pinnules* alternes; chaque article calcaire des bras porte sur l'un de ses côtés une pinnule. Ces pinnules semblent être comme une répétition en petit du bras lui-même, mais ne portent pas de pinnules secondaires. Sur le disque, on voit deux orifices : l'un, central, est la bouche, l'autre, latéral, correspondant à l'intervalle de deux paires de bras, est situé à l'extrémité d'une sorte de cheminée charnue, terminée par huit lobes : c'est l'anus. Autour de la bouche, on voit régner un anneau vasculaire qui émet en face de chacune des cinq paires de bras une branche vasculaire se bifurquant à la base de chaque paire et fournissant à chaque bras un canal dit *canal radial* ou *canal tentaculaire*. L'anneau vasculaire, dans l'intervalle des cinq canaux radiaux primitifs, donne naissance, sur son bord interne, à dix ou huit tentacules digitiformes contigus, plus grands au milieu de l'intervalle, plus petits au voisinage des canaux qu'il sépare. Dans leur parcours sur le disque, ces canaux donnent eux-mêmes naissance à de petits tentacules digitiformes, simples et alternes. Les cinq canaux radiaux du disque découpent sur celui-ci cinq secteurs. Si l'on observe les téguments sur chacun de ces secteurs, on les voit criblés d'une vingtaine d'orifices parfaitement circulaires, irrégulièrement disposés, ayant environ cinq millièmes de millimètre de diamètre et bordés par un anneau épithélial dont les cellules ont un millième de millimètre de diamètre. Ces orifices conduisent dans de petits culs-de-sac ovoïdes, tapissés par le même épithélium;

j'ignore quelle peut être la fonction de ces singuliers organes. Les très-jeunes Comatules n'en présentent qu'un seul dans chaque secteur; leur nombre s'accroît donc beaucoup avec l'âge de l'animal. Certains orifices sont tangents, comme si leur multiplication se faisait par une division longitudinale des organes en culs-de-sac préexistants. La membrane tégumentaire du disque est tapissée intérieurement par une quantité de plaques calcaires, irrégulièrement circulaires, souvent marquées de stries annulaires et présentant une sorte d'étoile centrale, plus épaisse que la plaque même et dont les branches sont parfois bifurquées. Quelques-unes de ces plaques sont dépourvues d'étoiles, d'autres sont perforées; leur étude pourrait être de quelque importance pour les déterminations spécifiques. Ces plaques et les organes en cul-de-sac que je viens de décrire n'ont jamais été signalés, que je sache.

» Les bras de la Comatule ont été pour moi l'objet d'une étude attentive. Leur squelette calcaire est formé de pièces en forme de sablier, portant à la partie inférieure de leur bord antérieur un certain nombre d'épines, qui empêchent le renversement complet des articles les uns sur les autres; je ne le décrirai pas davantage. Il est entouré par une gaîne de tissus mous, qui se développent latéralement en une lame membraneuse, festonnée de chaque côté de façon que les festons d'un côté alternent avec ceux de l'autre côté. Entre deux festons consécutifs, se trouve toujours un groupe de trois tentacules inégaux, dont le plus grand est du côté de l'extrémité du bras. Ces tentacules, tous extrêmement mobiles, ne présentent aucun orifice extérieur; ils portent deux ou trois rangées de papilles, terminées par une petite tête élargie, qui porte trois soies grêles, roides et divergentes. Les trois tentacules d'un même groupe naissent *par une branche commune* du canal tentaculaire. Le plus grand sépare nettement deux festons l'un de l'autre; les deux plus petits reposent sur le feston auquel ils adhèrent en partie, ce qui a fait croire à M. Wyville Thomson qu'ils faisaient corps avec lui et s'ouvraient dans le canal tentaculaire par un autre orifice que le grand tentacule. Le canal tentaculaire adhère à l'épithélium vibratile de la face supérieure des bras; il est formé de deux enveloppes, séparées entre elles par des corpuscules brillants étoilés; ces deux enveloppes concourent à la formation des parois des tentacules. Vues de profil, elles simulent l'apparence de deux ou même trois vaisseaux superposés, ce qui est cause des opinions qui ont eu cours jusqu'ici sur l'organisation des Comatules, au-dessous du canal tentaculaire; il n'existe absolument aucun autre canal dans les bras des Comatules; cependant ce canal ne repose pas directement sur le squelette : il en est séparé

par un espace vide plus ou moins apparent, suivant l'état de flexion des bras, et qui n'est pas autre chose que le prolongement de la cavité générale. C'est cette cavité à laquelle le Dr Carpenter a cru devoir donner le nom de *canal cœliaque*. Les articles calcaires du squelette sont d'ailleurs enveloppés d'une mince membrane, au-dessous de laquelle on voit des corpuscules conjonctifs étoilés. Le canal tentaculaire se termine en doigt de gant, dans les bras comme dans les pinnules, un peu au delà du milieu de l'antépénultième article calcaire. Des fibres musculaires relient entre eux les groupes tentaculaires, au point où se fait leur épanouissement en trois branches; une bandelette également musculaire règne tout le long de la ligne médiane des bras, au-dessous de l'épithélium de la gouttière ambulacraire.

» Chaque tentacule a, du reste, ses muscles propres, situés entre l'épithélium extérieur et la première enveloppe provenant du canal tentaculaire.

» On ne saurait donc admettre l'opinion de M. Wyville Thomson, qui considère comme sarcodiques les tissus des Comatules. Je n'ai pu voir aucune trace de système nerveux.

» J'ai pu couper les bras de plusieurs de ces animaux, qui ont vécu plus d'un mois dans mes cuvettes, et assister à leur régénération, qui a lieu très-rapidement. Cette circonstance m'a permis de vérifier, par l'embryogénie, les faits que je viens d'exposer, et qui ne sont que la substance d'un Mémoire qui paraîtra sous peu dans les *Archives de Zoologie expérimentale*, dirigées par M. de Lacaze-Duthiers. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur un gisement de mammifères fossiles près de Lapsista (Macédoine)*; Note de M. GORCEIX.

« Chargé d'explorations géographiques et géologiques dans certaines parties peu connues de la Thessalie et de la Macédoine, j'ai parcouru ces régions jusqu'au bassin supérieur de l'Haliacmoun, en traversant le plateau qui s'étend de Gravéna au lac de Castoria.

» Les dépôts tertiaires qui constituent ce plateau se relient à ceux de la Thessalie par la vallée étroite des Khassia, dont les formations sablo-argileuses viennent s'appuyer à l'est sur l'arête de calcaire cristallin des Khassia, à l'ouest sur les premiers contre-forts des roches secondaires de la grande chaîne du Pinde. Au débouché des torrents, sur les bords de l'Haliacmoun et de ses affluents, de puissantes assises horizontales de conglomérats, passant aux poudingues, représentent l'étage supérieur des formations tertiaires. Dans le fond des vallées, comme aux environs de

Servia, de Graména, ces conglomérats sont remplacés par des sables, des marnes sableuses, argileuses, toujours en stratifications horizontales et renfermant beaucoup de lymnées.

» En certains points, on aperçoit, au-dessus des sables supérieurs, des dépôts d'argile rougeâtre, en stratification concordant avec eux et rappelant ceux de l'Attique qui sont très-développés aux pieds du Pentélique. Ces dépôts argileux augmentent de puissance à mesure que l'on s'avance vers Lapsista, et on les voit sur les bords de l'Haliacmoun, entre cette ville et les montagnes, au milieu desquelles est située Siatista. Ils recouvrent d'autres dépôts, relevés de 10 à 15 degrés vers le sud, et formés de sables et de marnes fossilifères appartenant au tertiaire moyen.

» A Lapsista, près du cours de l'Haliacmoun et à une heure au sud de la ville, j'ai découvert, près de la base des dépôts argileux, des conglomérats avec nombreux ossements de mammifères, enchevêtrés les uns dans les autres. Parmi ces ossements, j'en ai reconnu qui appartenaient au dinothérium et à des équidés.

» Ces dépôts argileux et ossifères de la Macédoine ont une analogie bien évidente avec ceux de l'Attique; et des fouilles entreprises à Lapsista donneraient vraisemblablement des résultats aussi intéressants que ceux du célèbre gisement de Pikermi, si bien décrit par M. Albert Gaudry. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur les concamérations polyédriques;* Notes prises au cours de Lamé en 1860-61, 1861-62 et 1863-64, par M. G. PERRY (1).

« 1. La présente Note a pour but de compléter les indications données par M. Lamé, dans la treizième des *Leçons sur l'élasticité*, et dans le discours préliminaire, la fin de la onzième et la seizième des *Leçons sur la théorie analytique de la chaleur*. Dans ces passages, M. Lamé a signalé l'importance des concamérations polyédriques, mais il n'a point publié ses idées sur le rôle des concamérations en Chimie, sur la nécessité d'étudier les formes cubiques des nombres entiers pour mener à bonne fin les recherches de cette nature, sur les alvéoles courbes qui peuvent exister dans l'intérieur des concamérations.

» 2. Dans le cours de 1860-61 (dans lequel M. Lamé donnait déjà la théorie du troisième rayon), il n'a été question que des polyèdres non

---

(1) L'Académie a décidé que cette Communication, comme les deux précédentes de M. Perry (p. 497 et 501), serait insérée en entier aux *Comptes rendus*.

cristallins, vibrant avec changement de densité, de telle sorte que les projections u, v, w du déplacement soient les dérivées en x, y, z, respectivement d'une même fonction F de x, y, z, t, et, de plus, avec cette condition que les molécules situées sur la surface du polyèdre vibrent sur cette surface. Un terme simple de F étant représenté par $-\mathrm{U}\cos(\theta\Omega t)$, où U est une fonction de x, y, z; θ un paramètre constant (j'adopte ici la notation employée en 1861-62), et Ω la vitesse de propagation des vibrations avec changement de densité, le théorème général d'élimination se démontre à peu près comme dans le § LVIII des *Leçons sur la théorie analytique de la chaleur;* seulement, si la condition initiale est donnée par les valeurs initiales de la dilatation cubique, cette condition est

$$\mathrm{SM}\theta^2\mathrm{U} = f(x, y, z),$$

et le coefficient M a pour expression

$$\mathrm{M} = \frac{\int_\varpi d\varpi\,\mathrm{U}f}{\theta^2\int_\varpi d\varpi\,\mathrm{U}^2}.$$

» 3. M. Lamé démontre cette propriété générale, à savoir que, *si un corps présente une face plane finie, sur laquelle la vibration ait lieu tangentiellement, cette face est sollicitée par une force élastique normale,*

$$(1)\qquad x\cos\alpha + y\cos\beta + z\cos\gamma = p$$

étant l'équation de cette face P, sur laquelle

$$(2)\qquad \frac{\partial \mathrm{F}}{\partial x}\cos\alpha + \frac{\partial \mathrm{F}}{\partial y}\cos\beta + \frac{\partial \mathrm{F}}{\partial z}\cos\gamma = 0.$$

» Les équations dites du *tétraèdre* et les conditions supposées plus haut donnent, pour les composantes X, Y, Z de la force élastique exercée sur le plan P,

$$(3)\quad \left\{\begin{aligned} \mathrm{X} &= \lambda\Delta_2\mathrm{F}\cos\alpha + 2\mu\left(\frac{\partial^2\mathrm{F}}{\partial x^2}\cos\alpha + \frac{\partial^2\mathrm{F}}{\partial x\partial y}\cos\beta + \frac{\partial^2\mathrm{F}}{\partial z\partial x}\cos\gamma\right) \Bigg| \partial x,\\ \mathrm{Y} &= \lambda\Delta_2\mathrm{F}\cos\beta + 2\mu\left(\frac{\partial^2\mathrm{F}}{\partial x\partial y}\cos\alpha + \frac{\partial^2\mathrm{F}}{\partial y^2}\cos\beta + \frac{\partial^2\mathrm{F}}{\partial y\partial z}\cos\gamma\right) \Bigg| \partial y,\\ \mathrm{Z} &= \lambda\Delta_2\mathrm{F}\cos\gamma + 2\mu\left(\frac{\partial^2\mathrm{F}}{\partial z\partial x}\cos\alpha + \frac{\partial^2\mathrm{F}}{\partial y\partial z}\cos\beta + \frac{\partial^2\mathrm{F}}{\partial z^2}\cos\gamma\right) \Bigg| \partial z, \end{aligned}\right.$$

λ et μ étant les coefficients d'élasticité. Si l'on désigne par la caractéris-

tique δ la variation d'une quantité sur le plan de l'équation (1), on a

$$\delta x \cos\alpha + \delta y \cos\beta + \delta z \cos\gamma = 0;$$

d'ailleurs l'équation (2) donne

$$\delta \frac{\partial F}{\partial x} \cos\alpha + \delta \frac{\partial F}{\partial y} \cos\beta + \delta \frac{\partial F}{\partial z} \cos\gamma = 0.$$

D'après ces deux dernières équations, si l'on ajoute les équations (3) multipliées par δx, δy, δz respectivement, le second membre disparaît, et il reste

$$X\delta x + Y\delta y + Z\delta z = 0;$$

ce qui démontre la proposition énoncée, d'où il résulte que le polyèdre peut être plongé dans un fluide.

» 4. L'expression générale du terme simple donne

$$(4) \qquad \frac{1}{\tau} = \frac{\theta\Omega}{\pi} = N, \quad l = \frac{\Omega}{N}, \quad \theta = \frac{\pi}{l},$$

τ désignant la durée d'une demi-oscillation, N le nombre de demi-oscillations dans l'unité de temps, l la demi-longueur d'ondulation.

» Pour le terme simple

$$U = \cos i\pi\frac{x}{a} \cos i'\pi\frac{y}{a} \cos i''\pi\frac{z}{a},$$

le prisme rectangle *abc* se divise *en un nombre* $i i' i''$ de prismes vibrant à l'unisson. Le cas de $i = i' = i'' = 1$ présente les propriétés suivantes, aussi intéressantes qu'élémentaires, que M. Lamé rappelait par les abréviations en italiques :

» 1° Sur les faces, la composante normale du déplacement disparaît, ainsi que les composantes tangentielles de la force élastique (*faces élastiques*, *forces normales*).

» 2° Sur les arêtes, le déplacement suivant l'arête subsiste seul. L'ellipsoïde d'élasticité a ses axes parallèles aux arêtes; il se déforme périodiquement, mais jamais la surface principale n'est l'ensemble de deux hyperboloïdes (*arêtes élastiques*, *ellipsoïde d'élasticité*).

» 3° Aux sommets, le déplacement est nul. L'ellipsoïde d'élasticité a encore ses axes parallèles aux arêtes, mais leurs grandeurs maxima sont plus considérables que sur les arêtes. Les sommets sont pressés ou tirés plus fortement que les autres points (*sommets nodaux*, *ellipsoïde d'élasticité*).

» 4° Sur les sections planes médianes, les composantes tangentielles du

déplacement sont nulles, ainsi que les N, et la dilatation cubique. Les τ_i n'étant pas toutes nulles, la force élastique est dans le plan de la section (*oscillations normales, forces tangentielles*).

» 5° A l'intersection de deux sections planes médianes, le déplacement est nul, et il reste une composante τ_i (*lignes nodales*, τ_i).

» 6° Au centre, tout est nul; ce centre est immobile, et n'est ni dilaté ni condensé; il n'éprouve ni pressions ni tractions (*centre inerte*).

» Le dodécaèdre rhomboïdal formé par des tétraèdres $\frac{1}{24}$ du cube a ses sommets nodaux, et divisés en deux groupes, les uns inertes, les autres tirés ou pressés, particularité qui rappelle certaines déformations des cristaux.

» 5. D'après la propriété générale démontrée au n° 3, si l'on veut qu'un certain plan intérieur d'un polyèdre soit élastique (c'est-à-dire que la vibration ait lieu tangentiellement sur ce plan), il faut que ce plan soit sollicité par une force normale. Au sommet d'un prisme rectangle dont les faces sont élastiques, si le plan diagonal qui le partage en prismes $\frac{1}{2}$ l'est aussi, il y a plus de trois éléments plans sollicités par des forces élastiques normales; l'ellipsoïde d'élasticité doit donc être de révolution autour de l'arête par laquelle passe le plan diagonal élastique, ce qui exige que les deux autres arêtes deviennent égales entre elles. De même, si l'on veut introduire trois plans diagonaux élastiques, il faut que l'ellipsoïde d'élasticité devienne une sphère et que les trois arêtes soient égales.

» Lorsqu'une série trigonométrique représentant la vibration de concamérations qui peuvent paver tout l'espace indique un plan élastique, la vibration est symétrique par rapport à ce plan. Cette propriété générale, qui se démontre comme au § LXXXIV des *Leçons sur la théorie analytique de la chaleur* (en prenant pour F la somme de cosinus), conduit au second groupe de polyèdres traitables, celui qui dérive du prisme triangulaire régulier.

» 6. Dans le cours de 1861-62 (dont le discours préliminaire a été imprimé), cherchant s'il est possible, lors des vibrations avec changement de densité, qu'un solide se partage en polyèdres qui vibrent tous à l'unisson, M. Lamé fait observer que, *si ces concamérations doivent être similaires, elles sont nécessairement polyédriques;* et considérant d'abord les milieux d'élasticité constante, il distingue deux sortes de concamérations, selon qu'à la surface la dilatation cubique Φ, ou la projection normale du déplacement, est nulle. Il appelle les premières *excitantes*, parce que les points de leur surface pénètrent dans les polyèdres voisins, et les secondes *isolantes*, parce

que les points de leur surface n'en sortent pas; et il montre que l'existence des unes entraîne l'existence des autres dans le milieu vibrant, de sorte que, s'il s'agit, par exemple, de prismes rectangles, les sommets des concamérations excitantes sont les centres inertes des concamérations isolantes, tandis que les centres des premières sont les sommets, tirés ou pressés, des secondes. Pour les concamérations excitantes, le terme en U est le même que pour les polyèdres se refroidissant dans un bain à zéro, ainsi qu'il est dit à la fin de la onzième des *Leçons sur la chaleur* (ouvrage où sont développées les solutions), la dilatation cubique Φ remplaçant ici la température V. Pour les concamérations isolantes, il suffit de changer, dans le terme en U correspondant aux concamérations excitantes, les sinus en cosinus et réciproquement.

» 7. Voici, comme résumé, lors d'un milieu non cristallin, les valeurs générales N_g et les valeurs minima N_m du nombre N de vibrations pour les divers polyèdres. Je copie la fin de la feuille Y donnée par M. Lamé en 1861-62, en y remplaçant la dernière ligne par la dernière ligne de la feuille Z, donnée en 1863-64, avec la même définition de N toutefois.

» Prisme rectangle *abc*,

$$N_g = \Omega\sqrt{\left(\frac{i}{a}\right)^2 + \left(\frac{i'}{b}\right)^2 + \left(\frac{i''}{c}\right)^2}, \quad N_m = \Omega\sqrt{\frac{1}{a^2} + \frac{1}{b^2} + \frac{1}{c^2}},$$

avec $i'' = i' = i = 1$.

» Prisme carré a^2c,

$$N_g = \Omega\sqrt{\frac{i^2 + i'^2}{a^2} + \frac{i''^2}{c^2}}, \quad N_m = \Omega\sqrt{\frac{2}{a^2} + \frac{1}{c^2}},$$

avec $i'' = i' = i = 1$.

» Prisme triangulaire $\frac{1}{2}$ de a^2c, même N_g où i' et i sont inégaux,

$$N_m = \Omega\sqrt{\frac{5}{a^2}\frac{1}{c^2}},$$

avec $i'' = i = 1$, $i' = 2$.

» Cube a^3,

$$N_g = \frac{\Omega}{a}\sqrt{i^2 + i'^2 + i''^2}, \quad N_m = \frac{\Omega}{a}\sqrt{3}.$$

» Prisme triangulaire $\frac{1}{2}$ de a^3,

$$N_m = \frac{\Omega}{a}\sqrt{6}.$$

» Tétraèdre $\frac{1}{6}$ de a^3, même N_g avec (i, i', i'') inégaux,

$$N_m = \frac{\Omega}{a}\sqrt{14},$$

avec $(i, i', i'') = (1, 2, 3)$.

» Tétraèdre $\frac{1}{24}$ de a^3, même N_g où (i, i', i'') sont de même parité,

$$N_m = \frac{\Omega}{a}\sqrt{35},$$

avec $(i, i', i'') = (1, 3, 5)$.

» Prisme triangulaire régulier

$$N_g = \Omega\sqrt{\frac{4(m^2+mn+n^2)}{3r^2}+\frac{I^2}{H^2}}, \quad N_m = \Omega\sqrt{\frac{4}{r^2}+\frac{1}{H^2}},$$

avec $(m, n, I) = 1$.

» Prisme hémirégulier, même N_g où m et n sont inégaux,

$$N_m = \Omega\sqrt{\frac{28}{3r^2}+\frac{1}{H^2}},$$

avec $(m, n) = (1, 2)$, $I = 1$.

» Le prisme triangulaire régulier dont il s'agit ici est un des six qui forment, par leur réunion, le prisme hexagonal régulier traité aux §§ CVI et CVII des *Leçons sur la chaleur*; (m, n, I) sont des entiers, H est la hauteur du prisme, r la hauteur du triangle équilatéral qui lui sert de base.

» 8. Lorsqu'il s'agit des milieux cristallins diaphanes, G_1, G_2, G_3 désignant les rapports représentés par A, B, C dans la Note sur le troisième rayon (insérée dernièrement), lesquels subsistent seuls dans un unique système d'axes rectangulaires, ce système, adopté pour celui des x, y, z, réduit l'équation de la surface d'onde du troisième rayon à la forme

$$\frac{x^2}{G_1}+\frac{y^2}{G_2}+\frac{z^2}{G_3}=1. \tag{5}$$

G_1, G_2, G_3 sont positifs (car G_1 est le carré de la vitesse de propagation de l'onde plane perpendiculaire aux x). Si l'on pose

$$\frac{G_1}{A^2}=\frac{G_2}{B^2}=\frac{G_3}{C^2}=\frac{Q^2}{r^2}, \tag{6}$$

où Q est une vitesse de propagation et où (A, B, C, r) sont des lignes, la surface d'onde (5) devient

$$\frac{x^2}{A^2}+\frac{y^2}{B^2}+\frac{z^2}{C^2}=\frac{Q^2}{r^2}, \tag{7}$$

et l'équation qui régit la dilatation cubique Φ est

$$(8)\qquad \frac{\partial^2\Phi}{\partial t^2} = \frac{Q^2}{r^2}\left(A^2\frac{\partial^2\Phi}{\partial x^2} + B^2\frac{\partial^2\Phi}{\partial y^2} + C^2\frac{\partial^2\Phi}{\partial z^2}\right).$$

On démontre, comme dans la troisième des *Leçons sur la théorie analytique de la chaleur*, que si l'on rapporte la surface d'onde (7), comme l'ellipsoïde principal de la chaleur, à un système de diamètres conjugués ($2\mathcal{A}$, $2\mathcal{B}$, $2\mathcal{C}$), parallèles à de nouveaux axes x', y', z', l'équation (8) devient

$$(9)\qquad \frac{\partial^2\Phi}{\partial t^2} = \frac{Q^2}{r^2}\left(\mathcal{A}^2\frac{\partial^2\Phi}{\partial x'^2} + \mathcal{B}^2\frac{\partial^2\Phi}{\partial y'^2} + \mathcal{C}^2\frac{\partial^2\Phi}{\partial z'^2}\right),$$

en coordonnées obliques.

» Lorsque Φ reste nulle à la surface d'un polyèdre, on prend pour terme simple : $\Phi = U\cos\frac{Q}{r}\theta t$, U étant une fonction de x, y, z et θ un paramètre constant, et la solution s'achève comme pour le refroidissement dans un bain à zéro, ainsi qu'il est dit dans la seizième des *Leçons sur la chaleur*. On a

$$(10)\qquad \frac{Q}{r}\theta = \frac{\pi}{\tau},\quad N = \frac{Q}{r}\frac{\theta}{\pi},$$

τ et N étant définis comme au n° 4 ci-dessus.

» 9. La valeur de N_g étant $\Omega\sqrt{\frac{i^2+i'^2}{a^2}+\frac{i''^2}{c^2}}$ pour le prisme carré (n° 7) et $\frac{Q}{r}\sqrt{i^2+i'^2+\left(\frac{i''}{n}\right)^2}$ pour le prisme cristallin à deux arêtes primitives (dont les arêtes sont proportionnelles à $\mathcal{A}:\mathcal{B}:n\mathcal{C}$, n étant une constante), dans les deux cas, si des entiers (α_1, β_1) et (α_2, β_2) sont tels que $\alpha_2^2+\beta_2^2=\alpha_1^2+\beta_1^2$, N_g sera le même pour $(i, i')=(\alpha_1, \beta_1)$, ou $(i, i')=(\alpha_2, \beta_2)$, et il y aura *concordance*.

» La valeur de N_g étant $\frac{\Omega}{a}\sqrt{i^2+i'^2+i''^2}$ pour le cube (n° 7), et $\frac{Q}{r}\sqrt{i^2+i'^2+i''^2}$ pour le prisme cristallin à trois arêtes primitives (proportionnelles à $\mathcal{A}:\mathcal{B}:\mathcal{C}$), dans les deux cas, si des entiers (α_1, β_1, γ_1) et (α_2, β_2, γ_2) donnent $\alpha_2^2+\beta_2^2+\gamma_2^2=\alpha_1^2+\beta_1^2+\gamma_1^2$, N_g sera le même pour $(i, i', i'')=(\alpha_1, \beta_1, \gamma_1)$ ou $(i, i', i'')=(\alpha_2, \beta_2, \gamma_2)$, et il y aura *concordance*.

» 10. Si l'on prend les fonctions U qui appartiennent à des termes concordants, et si, avant de les ajouter pour former la fonction des coordonnées qui multiplie le facteur en t comme aux termes concordants, on les

multiplie par des coefficients d'abord arbitraires, on peut établir entre ces coefficients de telles relations, que la dilatation cubique Φ soit nulle, dans l'intérieur du polyèdre, sur une certaine surface, qui pourra être courbe.

» M. Lamé donne l'exemple $i = 1$, $i' = 3$, $i'' = 1$ pour le prisme carré $a^2 c$, et, pour le cube a^3, l'exemple $i = 3$, $i' = i'' = 1$, qui correspond à

$$\begin{aligned} U &= \sin 3\pi \frac{x}{a} \sin \pi \frac{y}{a} \sin \pi \frac{z}{a} + \sin \pi \frac{x}{a} \sin 3\pi \frac{y}{a} \sin \pi \frac{z}{a} + \sin \pi \frac{x}{a} \sin \pi \frac{y}{a} \sin 3\pi \frac{z}{a} \\ &= 4 \sin \pi \frac{x}{a} \sin \pi \frac{y}{a} \sin \pi \frac{z}{a} \left(\cos^2 \pi \frac{x}{a} + \cos^2 \pi \frac{y}{a} + \cos^2 \pi \frac{z}{a} - \frac{3}{4} \right) \end{aligned}$$

(avec des valeurs convenables des coefficients), de sorte que Φ s'annule, non-seulement à la surface du cube, mais, en outre, sur la surface

$$\cos^2 \pi \frac{x}{a} + \cos^2 \pi \frac{y}{a} + \cos^2 \pi \frac{z}{a} = \frac{3}{4},$$

surface courbe dont les diamètres parallèles aux axes sont égaux à $\frac{2}{3} a$ (plus grands que dans l'exemple relatif au prisme carré $a^2 c$), tandis que le diamètre suivant la diagonale $x = y = z$ est $\frac{2a}{3} \sqrt{\frac{3}{4}}$. On a ainsi une concamération cubique renfermant une *alvéole* presque sphérique, un peu renflée seulement suivant les diamètres parallèles aux axes. On pourrait obtenir une concamération qui contînt plusieurs alvéoles, renfermant, par exemple, l'une une molécule d'oxygène, l'autre une molécule d'hydrogène. La Chimie, ajoute-t-il, trouvera peut-être son explication dans l'étude des concamérations polyédriques, qui elle-même ne peut se passer de la théorie des nombres; et celle-ci doit être étendue aux formes cubiques des nombres entiers, car les atomes sont combinés en volumes. »

M. **Ch. Bontemps** adresse, par l'entremise de M. H. Sainte-Claire Deville, une Note sur un « Procédé pour la détermination du point d'arrêt d'un convoi de dépêches dans les tubes pneumatiques ».

Le moyen actuellement employé pour effectuer cette détermination est une simple application de la loi de Mariotte : le tube est mis en communication avec un réservoir contenant un volume d'air connu, sous une pression déterminée; on mesure la pression nouvelle, après que la communication est établie, et on déduit le volume du tube jusqu'au point d'arrêt : cette méthode est, dans la pratique, assez peu précise. Le procédé

employé par l'auteur consiste à produire à l'extrémité libre du tube une onde sonore, par la détonation d'un pistolet; l'onde, réfléchie sur l'obstacle formé par la dépêche arrêtée, vient ébranler une membrane située à cette extrémité libre elle-même; elle donne alors naissance à une deuxième onde qui, après une nouvelle réflexion, produit un nouvel ébranlement. L'intervalle de temps écoulé entre ces deux ébranlements, enregistré électriquement et mesuré en fractions de secondes au moyen d'un trembleur électrique, fait connaître, avec une précision bien supérieure à celle de l'ancienne méthode, la distance de l'obstacle. Au lieu de trois fouilles successives, nécessaires aujourd'hui pour dégager la ligne, il suffit d'une seule fouille avec le procédé actuel.

M. Chasles fait hommage à l'Académie de publications de MM. *Louis Cremona, William Spottiswoode* et prince *Boncompagni*, indiquées dans le Bulletin bibliographique de ce jour.

A 6 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 10 mars 1873, les ouvrages dont les titres suivent :

Les insectes. Traité élémentaire d'Entomologie; par M. Girard. Introduction : *Coléoptères*, avec atlas de 60 planches. Paris, 1873, J.-B. Baillière et fils; 1 vol. in-8°, avec atlas.

Exposé des applications de l'électricité; par le comte Th. Du Moncel. T. II, *Technologie électrique*. Paris, Lacroix, 1873; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Ed. Becquerel.)

Leçons cliniques sur les principes et la pratique de la Médecine; par John-Hughes Bennett; édition française, revue et considérablement augmentée par l'auteur, traduite sur la 5e édition anglaise et annotée par le Dr P. Lebrun. Paris, G. Masson, 1873; 2 vol. in-8°. (Présenté par M. Claude Bernard.)

Principes d'Électrothérapie; par le Dr E. Cyon. Paris, J.-B. Baillière et fils;

1 vol. in-8°. (Présenté par M. Cl. Bernard et renvoyé au Concours relatif à l'application de l'électricité à la Thérapeutique.)

Traité pratique des maladies de l'estomac; par T. BAYARD; 2e édition. Paris, G. Masson, 1872; 1 vol. in-8°. (Renvoyé au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1873.)

Traité de Climatologie générale du globe. Études médicales sur tous les climats; par le Dr ARMAND. Paris, G. Masson, 1873; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey pour le Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1873.)

*Note sur l'*Euphorbia resinifera, *Berg, suivie de quelques considérations sur la Géographie botanique du Maroc; par* le Dr E. COSSON. Gand, C. Annoot-Braeckman, 1871; br. in-8°.

Instructions sur les observations et les collections botaniques à faire dans les voyages; par E. COSSON. Paris, imp. Martinet, 1872; br. in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société botanique de France*.) [Ces deux ouvrages sont présentés par M. Brongniart.]

Étude sur les filtres et sur l'eau des fontaines de Toulouse; par M. le Dr F. GARRIGOU. Toulouse, typ. Bonnal et Gibrac, 1873; in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Toulouse*.) (Présenté par M. Boussingault.)

Système silurien du centre de la Bohême; par J. BARRANDE; 1re Partie : *Recherches paléontologiques;* supplément au vol. I : *Trilobites, crustacés divers et poissons;* texte et planches. Prague et Paris, chez l'auteur et éditeur, 1872; 2 vol. in-4°.

Reale Istituto d'incoraggiamento. L'acido carbonico del Vesuvio; per Diego FRANCO. Napoli, G. Nobile, 1872; in-4° (Présenté par M. Villarceau).

E. DIAMILLA-MULLER. *Letture scientifiche per il popolo italiano;* Lettura III : *Le Alpi.* Milano, Dumolard; Parigi, Gauthier-Villars, 1873; br. in-12.

Flora italiana, ossia descrizione delle piante, etc., del prof. F. PARLATORE; vol. V, parte prima. Firenze, Lemonnier, 1873; 1 vol. in-8°.

Sitzungsberichte der mathematisch-physikalischen Classe der K. K. Akademie der Wissenschaften zu München, 1872, Heft 1, 2, 3. München, F. Straub, 1872; 3 br. in-8°.

Abhandlungen der philosophisch-philologischen Classe der königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften. Zwölften Bandes, dritte abtheilung; Eilften Bandes, erste abtheilung. München, 1871; 2 vol. in-4°.

Die aufgabe des Chemischen unterrichts gegenüber den anforderungen der

Wissenschaft und Tecknik, *etc.; von* E. ERLENMEYER. München, 1871; br. in-4°.

Ueber die Geschichtschreibung unter dem kurfürsten Maximilian I, *etc.; von* J. FRIEDRICH. München, 1872; br. in-4°.

Notulen van de algemeene en Berstuurs-Vergaderingen van het Bataviaasch genootschap van kunsten en wetenschappen; deel X, n°s 1, 2, 3. Batavia, 1872; 3 n^os in-8°.

Tijdschrift voor indische Taal-, land-en volkenkunde, etc., onder redaktie van M. W. STORTENBEKER *en* L.-J.-J. MICHIELSEN; deel XVIII, zesde serie; deel I, aflevering 5-6. Batavia, 1868-1872; 2 br. in-8°.

Verhandelingen van het Bataviaasch genootschap van kunsten en Wetenschappen; deel XXXVI. Batavia, 1872; gr. in-8°.

L'Académie a reçu, dans la séance du 17 mars 1873, les ouvrages dont les titres suivent :

Observations sur les bulbes du Lis (Lilium, Tour.); *par* M. P. DUCHARTRE; 1er Mémoire relatif au *Lilium Thomsonianum,* Lindl. Sans lieu ni date; br. in-8°. (Extrait des *Annales des Sciences naturelles.*)

Recueil des travaux du Comité consultatif d'hygiène publique de France et des actes officiels de l'Administration sanitaire, publié par ordre de M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce; t. II, avec deux cartes. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1873; 1 vol. in-8°.

Description et carte géologique du massif de Milianah; par A. POMEL. Paris, Savy, 1873; br. in-8°, avec carte.

Étude expérimentale et clinique sur l'alcoolisme. Alcool et absinthe. Épilepsie absinthique; par le Dr MAGNAN. Paris, Renou et Maulde.

Recherches de Physiologie pathologique avec l'alcool et l'essence d'absinthe. Épilepsie; par M. MAGNAN. Paris, V. Masson, sans date; br. in-8°. (Ces deux ouvrages sont présentés par M. Cl. Bernard pour le Concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

De la névropathie cérébro-cardiaque; par le Dr M. KRISHABER. Paris, G. Masson, 1873; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Cl. Bernard pour le Concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Toulouse; 6e année, 1871-1872, 2e fascicule. Paris, Savy, 1873; in-8°.

Bulletin de la Société industrielle d'Angers et du département de Maine-et-Loire; 36e et 37e années. Angers, Cosnier et Lachèse, 1865-1866; 2 vol. in-8°.

Bulletin de la Société industrielle et agricole d'Angers et du département de Maine-et-Loire; 43e année, 1872, janvier à juin. Angers, Lachèse, Belleuvre et Dolbeau, 1872; in-8°.

Mémoire sur la préparation de l'acide chromique par le chromate de baryte et l'acide nitrique; par E. DUVILLIER. Lille, imp. L. Danel, sans date; br. in-8°.

Société des amis des Sciences naturelles de Rouen; 8e année, 1872, 1er semestre. Rouen, Deshays et Cie, 1872; in-8°.

Etudes faites dans la collection de l'École des Mines sur des fossiles nouveaux ou mal connus, publiées par F. BAYAN. Paris, F. Savy, 1873; in-4°.

De la législation et du système de l'univers; par A. PIERRECIOT. Paris, Régis-Ruffet, 1873; br. in-8°.

GIOVANNI PLANA. *Elogio storico letto da Elie de Beaumont, traduzione* DIAMILLA-MULLER. Torino, tip. C. Favale, 1873; br. in-8°.

Determinazione novella della latitudine del R. Osservatorio di Capodimonte mediante le differenze di distanze zenitale meridiane di 52 coppie di stelle osservate durante l'anno 1871; Memoria di E. FERGOLA, Napoli, stamp. del Fibreno, 1873; in-4°.

De infesta Romanorvm in Græcos æmvlatione disservit Th. VALLAVRIUS. Augustæ Tavrinorvm, 1873; br. in-8°.

Elementi di Geometria projettiva di L. CREMONA, *ad uso degli istituti tecnici del regno d'Italia;* v. I (testo-figure). G.-B. Paravia; Roma, Torino, Milano, Firenze, 1873; in-8°. (Présenté par M. Chasles.)

Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche, pubblicato da B. BONCOMPAGNI; t. V, giugno-luglio 1872. Roma, tip. delle Scienze matematiche e fisiche, 1873; 2 nos in-4°. (Présenté par M. Chasles.)

Sulla distribuzione delle protuberanze intorno al disco solare e sulle macchie; ottava Comunicazione del P. A. SECCHI. Roma, tip. delle Scienze matematiche e fisiche, 1873; in-4°.

Remarks on some recent generalizations of Algebra; by W. SPOTTISWOODE. Sans lieu ni date; br. in-8°. (Extracted from the *Proceedings of the London mathematical Society.*) [Présenté par M. Chasles.]

On the contact of surfaces; by W. SPOTTISWOODE. Sans lieu ni date; br. in-4°. (Présenté par M. Chasles.)

The practical Magazine: an illustrated cyclopædia of industrial news, inventions and improvements, etc.; march 1873. London, 1873; in-4°.

Vierteljahrsschrift der astronomischen Gesellschaft; VIII Jahrgang, erstes Heft (Januar 1873). Leipzig, 1873; br. in-8°.